

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Anej Lekše

Avtomatizacija delavniškega dnevnika

DIPLOMSKO DELO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM
PRVE STOPNJE
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: dr. Andrej Brodnik

Ljubljana, 2020

COPYRIGHT. Rezultati diplomske naloge so intelektualna lastnina avtorja in Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavo in koriščenje rezultatov diplomske naloge je potrebno pisno privoljenje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil L^AT_EX.

Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogu:

Tematika naloge:

Preveri, ali so glasovni pomočniki v trenutnem stanju primerni za pomoč pri pisanju delavniških dnevnikov. Seznani se z obstoječimi rešitvami za sestavljanje delavniških dnevnikov in jih analiziraj. Po analizi področja se loti izdelave svojega sistema za sestavljanje delavniških dnevnikov, ki vključuje glasovnega pomočnika.

Zahvaljujem se očetu in mami za neizmerno podporo, podjetju Hisense Goranje Europe za slikovno gradivo in pomoč. Roku Bermežu.

Hvala vsem.

Kavi. Tii. Hvala.

Kazalo

Povzetek

Abstract

1 Uvod	1
1.1 Opis področja dela	1
1.2 Struktura diplomske naloge	2
2 Pregled problema in rešitve	3
2.1 Opis problema in uporabljenih tehnologij	3
2.2 Funkcionalne zahteve	4
2.3 Uporabljene tehnologije	5
2.4 Obstojče rešitve	8
3 Načrtovanje in razvoj sistema	15
3.1 Definicija funkcionalnosti	15
3.2 Načrt sistema za sestavljanje opisov tehnoloških postopkov . .	19
3.3 Strežnik	20
3.4 Implementacija Alexa veščine	44
3.5 Implementacija mobilne aplikacije	50
3.6 Ovrednotenje funkcionalnosti	59
4 Zaključek	63
Literatura	66

Seznam uporabljenih kratic

kratica	angleško	slovensko
API	Application Programming Interface	Vmesnik za programiranje aplikacije
AWS	Amazon Web Services	Amazonove spletne storitve
FIFO	First In First Out	Prvi not, prvi ven
HTML	HyperText Markup Language	Označitveni jezik za hipertekst
HTTP	HyperText Transfer Protocol	Protokol za prenos hiperteksta
IP	Internet Protocol	Internetni protokol
JSON	JavaScript Object Notation	JavaScript zapis objektov
JWT	JSON Web Token	JSON spletni žeton
MIT	Massachusetts Institute of Technology	Tehnološki inštitut Massachussettsa
MVVM	Model View View-Model	Model Pogled Pogled-Model
NLU	Natural Langugage Understanding	Razumevanje naravnega govora
SQS	Simple Queue Service	Preprosta vrstna storitev
UI	User Interface	Uporabniški vmesnik
URL	Universal Resource Locator	Univerzalni lokator virov
XAML	Extensible Application Markup Langugage	Razširljiv aplikacijski označitveni jezik

Povzetek

Naslov: Avtomatizacija delavníškega dnevnika

Avtor: Anej Lekše

Diplomsko delo obravnava področje vpeljave komercialno dostopnih glasovnih pomočnikov v programske rešitve kot dodatni uporabniški vmesnik. V nalogi raziščemo, kako v računalniški sistem vpeljemo glasovnega pomočnika in vpliv glasovnega pomočnika na uporabo sistema. Cilj je implementirati in preizkusiti računalniški sistem z glasovnim pomočnikom, s pomočjo katerega lahko narekujemo zapiske med delom. Te zapiske pa lahko naknadno urejamo s pomočjo mobilne aplikacije. Uporabili smo Amazon Alexa zaradi enostavne izdelave lastnih programov z Alexa Skills Kit ogrodjem. Ugotovili smo, da Amazon Alexa ni bila zmožna razpozнатi izgovorjenih stavkov z veliko spreminjajočimi se besedami. Uspešna je bila pri razpoznavanju stavkov, ki so se v celoti ujemali z naučenim razpoznavnim modelom. Kljub temu je čas, ki je potreben, da Alexa razpozna prejet glasovni ukaz prepočasen, da bi bil sistem, v času izdelave diplome, učinkovit.

Ključne besede: mobilni razvoj, glasovni pomočniki, razpoznavanje glasu, informacijski sistemi.

Abstract

Title: Workshop report automatization

Author: Anej Lekše

The thesis deals with the process of incorporating a commercially available voice assistant into a software solution as an additional user interface. We investigate how to implement a voice assistant in a software solution and how it effects its workflow. The goal of thesis is implementing and testing a system with a voice assistant that could be used to write workshop report steps during work. These steps can later be edited with a mobile application. We used Amazon Alexa, as it offers simple programming with Alexa Skills Kit. We found that Amazon Alexa was unsuitable for literal dictation of longer, varying text. It was successful at recognising phrases that fully or mostly matched its learned model. Regardless, Alexa's ability to process third party voice commands, at the time of this research, was too slow to be deemed efficient.

Keywords: mobile development, voice assistants, voice recognition, information systems.

Poglavlje 1

Uvod

1.1 Opis področja dela

Diplomsko delo obravnava področje vpeljave glasovnih pomočnikov v programske rešitve kot dodatni uporabniški vmesnik.

Za področje, ki ga želimo z našo rešitvijo izboljšati, smo si izbrali sestavljanje delavniškega dnevnika (v nadaljevanju imenovanega tudi opisa tehnološkega postopka). Kljub temu se bo naš sistem lahko uporabil tudi za sestavljanje drugačnih vrst poročil in navodil. Med te spadajo na primer kuharski recepti, laboratorijski dnevniki, itd.

Opis tehnološkega postopka ali delavniški dnevnik je dokument, ki po korakih predstavi postopek izdelave izdelka. Delavniški dnevniki imajo lahko definirane tudi kontrolne postopke za izdelek, orodje, ki ga rabimo za izdelavo, in seznam možnih nevarnosti pri delu.

Delavniški dnevnik je sestavljen iz zaporedja korakov, ki si sledijo v časovnem zaporedju. Vsak korak sestavlja opis postopka in predvideno trajanje. Koraki lahko vsebujejo tudi slikovne razlage.

Opisi tehnološkega postopka se najpogosteje uporabljam v proizvodnih obratih tovarn kot navodila in oporne točke za sestavljalce.

V sklopu diplomske naloge smo želeli izdelati specializiran sistem za sestavljanje delavniških dnevnikov in preveriti, ali lahko z vpeljavo glasov-

nega pomočnika delo s sistemom izboljšamo. Sistem bi sestavljal glasovni pomočnik, ki bi služil za narekovanje opomb, mobilna aplikacija, preko katere bi lahko urejali zapiske in strežnik, ki bi hranił podatke.

Raziskati želimo, kako vpeljati glasovnega pomočnika Amazon Alexo v programsko rešitev in kako vpeljava Alexe vpliva na interakcijo uporabnika s sistemom.

1.2 Struktura diplomske naloge

Diplomsko delo pričenjam s predstavitvijo področja našega dela in kratko opišemo problem in možno rešitev. Opredelimo problematiko našega dela.

Začnemo z raziskavo obstoječih rešitev za sestavljanje opisa tehnološkega postopka. Nato opišemo, kaj trenutne rešitve te problematike ponujajo in poskusimo opredeliti njihove prednosti ter slabosti.

V naslednjem poglavju se lotimo načrtovanja specializiranega sistema z glasovnim pomočnikom za pomoč pri pisanku delavniških dnevnikov. Nato se lotimo opisa tehnologij, ki smo jih pri pisanku diplome uporabili. Natančno definiramo funkcionalnosti sistema, utemeljimo odločitev za izbiro Amazon Alexe, AWS Simple Queue Service, AWS Lambda in ogrodja Xamarin.

Nato predstavimo Alexa veščino, strežniški program in mobilno aplikacijo. Funkcionalnosti sistema testiramo.

V zadnjem poglavju opišemo možnosti nadaljnjega razvoja projekta.

Poglavlje 2

Pregled problema in rešitve

2.1 Opis problema in uporabljenih tehnologij

2.1.1 Delavniški dnevnik

Delavniški dnevnik je splošen izraz za tehniški dokument, ki po korakih predstavi potek tehnološkega postopka [13]. V podjetju Hisense Gorenje Europe takšne dokumente imenujejo opis tehnološkega postopka (slika 2.1).

Delavniški dnevniki imajo lahko definirane tudi kontrolne postopke za izdelek, orodje, ki ga potrebujemo za izdelavo in seznam možnih nevarnosti pri delu.

Delavniški dnevniki se uporabljajo v proizvodnih obratih tovarn kot navodila in oporne točke za sestavljalce. Pogosto se uporabljajo tudi kot učni pripomoček za spremljanje napredka npr. dijakov vajencev na praksi [13, 9].

C	D	E	F	G	H	I	J	K
Delovni	Postopek	Kratki tekst postop.	Osnovna ko	Stand.	Enota stand.	Stand.	Stand.	Stevilo zaposlenih
0V847P 0010		Operacija planiranja	1	1 S	41.9	0		0
0V847A 0020		sestavljalec2- trojček	1	0 S	47	3		3
0V660B 0030		kontrola ohišij	1	0 S	47	1		1
0V660A 0040		čiščenje po puru	1	0 S	47	1		3
0V847A 0050		sestavljalec 2	1	0 S	45	15		15
0V847A 0060		sestavljalec 1	1	0 S	45	30		30
0V847B 0070		strojniki embalirnega stroja	1	0 S	47	1		1
0V847B 0080		pregledovalec sklopov	1	0 S	47	6		6
0V847O 0090		mehanik gospodinjskih aparatov	1	0 S	47	3		3
0V847B 0100		varilec gasflux, lak popravilo (1,5)	1	0 S	47	3		2
0V847S 0110		operacija brez delavca	1	27 S	47	0		0
0V847S 0120		vakuum krog	1	22 S	47	0		0
0V847S 0130		100% kontrola	1	19 S	47	0		0
0V847S 0140		povezava montaža - opremjanje	1	6 S	47	0		0
0V847A 0150		Vrijenje nosilca predala	1	0 S	47	1		1
0V847A 0160		Vstavljanje ventilatorja	1	0 S	47	1		1
0V847A 0170		Sestava profilov	1	0 S	47	1		1
0V847A 0180		Odstranjevanje folije	1	0 S	47	2		2
0V847P 0190		Sestava steklene police	1	0 S	19.7	1		4.1
0V847A 0200		Feniranje bulžirke	1	0 S	22.32	1		1
0V784P 0010		Linija za navijanje uparjal - planira	1	1 S	140	0		0
0V784S 0020		navijanje	1	1 S	140	0		0
0V784O 0030		Pripraviti celico, naviti cev	1	0 S	140	1		1
0V784A 0040		Spojiti celico in CPU	1	0 S	136	1		1
0V784A 0050		He detekcija	1	0 S	140	1		1

Slika 2.1: V tabelo izvožen opis tehnološkega postopka za izdelavo gospodinjskega aparata v podjetju Hisense Gorenje Europe

2.1.2 Definicija problematike

V diplomski nalogi raziščemo možne metode izdelave delavníškega dnevnika oz. opisa tehnološkega postopka. Raziskati želimo prednosti in slabosti trenutnih metod sestavljanja teh dokumentov. V naslednji fazi dela želimo izdelati specializiran sistem za sestavljanje opisov tehnoloških postopkov. V ta sistem želimo vpeljati glasovnega pomočnika in raziskati kako uporaba glasovnega pomočnika vpliva na uporabo sistema.

2.2 Funkcionalne zahteve

Razviti želimo mobilno aplikacijo, s katero bo lahko uporabnik upravljal z zbirkо delavníških dnevnikov. Za mobilno aplikacijo smo se odločili, saj je pametni telefon veliko prikladnejši na delovnem mestu, kot npr. prenosni računalnik.

Uporabniku sistema bi radi omogočili, da lahko enostavno ustvarja delavnische dnevnike in jih doda v svojo zbirko. Želimo, da lahko uporabnik v delavnische dnevnike vstavlja korake, s katerimi opiše postopek dela. Ti koraki se morajo prikazovati v preglednem in urejenem seznamu. Za vsak delavnischen dnevnik želimo imeti tudi povzetek dela in seznam možnih nevarnosti, ki pri delu pretijo delavcu.

Saj lahko v tehnoloških postopkih pride do sprememb, želimo, da lahko korake delavnischenega dnevnika naknadno tudi spremenjamo ali brišemo.

Nekatere funkcionalnosti mobilne aplikacije želimo sprožiti prostoročno z glasovnim pomočnikom, ker bi tako sestavljač manjkrat prekinil delo. Med funkcionalnosti spadajo narekovanje koraka delavnischenega dnevnika, odpiranje kamere za dodajanje fotografij, itd.

Delavnische dnevnike želimo sinhronizirati na oddaljen strežnik, ki teče neodvisno od aplikacije, da se izognemo podvajanju datotek.

Uporabnik mora imeti tudi možnost izvoza svojih delavnischenih dnevnikov v standardne računalniške formate, ki jih lahko uporabi izven našega sistema.

2.3 Uporabljene tehnologije

2.3.1 .NET

.NET [3] je razvojna platforma, razvita s strani Microsofta. Obsega programske jezike, prevajalnike, orodja in knjižnice, ki omogočajo širok spekter primerov uporabnosti, hkrati pa se ohranja enovitost ozadne kode.

Tehnologije .NET ogrodja, ki smo jih uporabil v tej diplomski nalogi so:

- .NET Core - odprtokodna platforma za razvoj spletnih storitev,
- Xamarin - ogrodje za razvoj mobilnih aplikacij za najpogosteje mobilne operacijske sisteme (Android, iOS).

.NET smo izbrali, ker je zelo dobro integriran z Amazonovim AWS API-jem in je dobro dokumentiran.

2.3.2 Xamarin

Ogrodje Xamarin [16] je odprtakodno orodje za razvoj mobilnih aplikacij, ki ga razvija Microsoft.

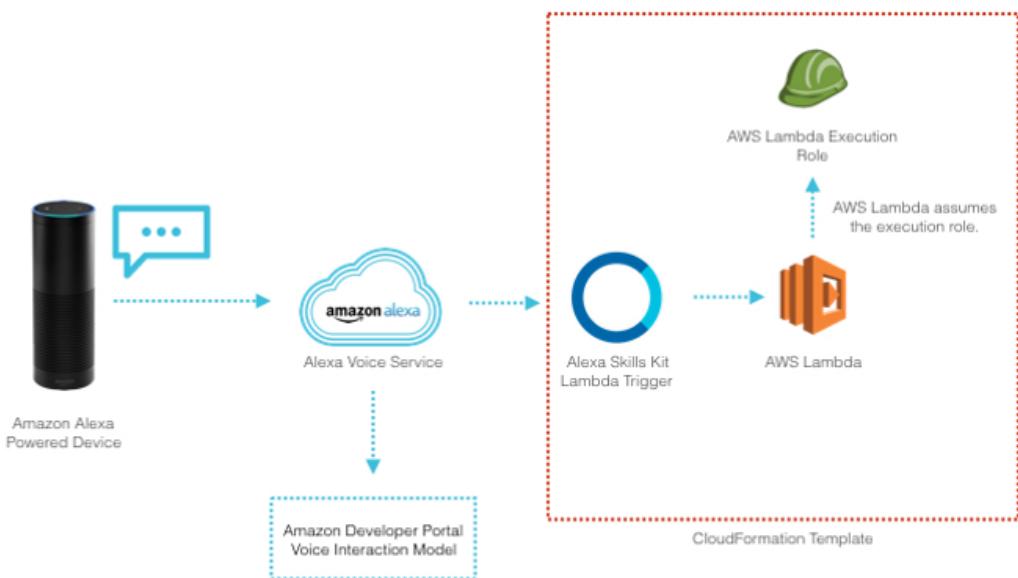
Z njim je mogoče deliti večino ozadne in ospredne kode med različnimi mobilnimi operacijskimi sistemi. Za ozadno kodo se uporablja .NET (C#), za ospredno kodo pa se uporablja XAML (Extensible Application Markup Language).

Xamarin smo izbrali, da smo lahko strežniški program in mobilno aplikacijo programirali v enakem programskem jeziku (C#).

2.3.3 Amazon Alexa

Amazon Alexa je glasovni pomočnik, razvit s strani podjetja Amazon [1]. Za Amazon Alexa smo se odločili, saj ponuja ogrodje za programiranje dodatnih funkcionalnosti, ki se imenuje Alexa Skills Kit. Poleg tega je Alexa enostavno integrirati z drugimi Amazonovimi spletnimi storitvami, ki smo jih uporabili v tej diplomski nalogi (AWS SQS, AWS Lambda).

Alexine osnovne funkcionalnosti lahko nadgradimo s programi, ki se jim reče „Skill-i“, v nadaljevanju „veščine“ (na sliki 2.2) [14]. Da lahko ustvarimo in objavimo Alexa veščino rabimo račun Amazon razvijalca (*ang. Amazon Developer Account*).



Slika 2.2: Arhitektura Alexine veščine (vir [12])

Veščino sestavlja:

- **Poziv** - fraza, ki veščino zažene,
- **Namera** - fraze, ki jih veščino razpozna kot funkcije,
- **Krajišče** - omrežni vir, kjer se nahaja ozadna koda veščine.

Alexa zajame glasovni ukaz in glasovni posnetek pošlje na Amazonov Alexa Voice Service. Ta storitev s pomočjo glasovnega razpoznavnega modela prepozna uporabnikove ukaze in pošlje poseben zahtevek na krajišče. Krajišče je lahko druga Amazonova storitev (npr. AWS Lambda), storitev na Microsoftovem Azure strežniku ali naš lasten strežnik, dostopen preko javne domene in zaščiten z overjenim SSL certifikatom.

Ko krajišče obdela zahtevo, odgovor pošlje nazaj na Alexa Voice Service. Ta se iz Alexa Voice Service pošlje nazaj na Alexa, ki uporabniku „izgovori“ prejeto sporočilo.

2.3.4 Amazon Web Services

Amazon Web Services (v nadaljevanju AWS) je skupek oblăčnih storitev, ki jih ponuja podjetje Amazon. Ponuja integracijo s pogostimi programskimi jeziki in ogrodji, kot so Java, .NET, Python in Node.js preko storitve AWS API. Pri tej diplomski nalogi smo se osredotočili na dva sistema iz skupka AWS.

Simple Queue Service

AWS Simple Queue Service (v nadaljevanju SQS) je sistem za pošiljanje tekstovnih sporočil med odjemalci preko Amazonovih strežnikov [5]. Za hranjenje sporočil je potrebno registrirati SQS vrsto. Uporabili smo SQS vrsto tipa FIFO (first in, first out) [10], pri kateri je zagotovljeno, da dobimo vsa sporočila v vrstnem redu, v katerem so bila poslana.

To storitev smo uporabili za komunikacijo med Amazon Alexa in strežnikom implementiranega sistema.

Lambda

Ozadno kodo za Alexino veščino smo gostili na platformi AWS Lambda, ki je storitev za gostovanje dogodkovno vodene ozadne kode [4]. Za to platformo smo se odločili zaradi dobre integracije z Alexa Skill Kit in razvojnim orodjem Visual Studio.

2.4 Obstojče rešitve

2.4.1 Papir in pisalo

Najstarejša metoda za izdelavo takšnega dokumenta je zapis na list papirja (slika 2.3).

Opis tehnološkega postopka

Avtor: ANEJ LEKŠE

Datum: 18.8.2020

Naslov:	ČIŠČENJE TIPKOVNICE
Opis:	ČIŠČENJE MEHANSKE TIPKOVNICE
Nevarnosti:	/

Korak	Opombe	Trajanje
PRIPRAVI DELOVNO MIZO		5 MIN
PRIPRAVI TIPKOVNICO		1 MIN
ODSTRANI POKROVE TIPK.	ORODJE JE PRILOŽENO V ŠKATLI	10 MIN
POKROVE TIPK NAMOČI V MILNICO	PUSTI VSAJ 10 MIN	minimalno 10 MIN
OBRISI POKROVE TIPK DO POVSEM SUHEGA		30 MIN
DAJ POKROVE TIPK NAZAJ NATIPK.		8 MIN

Slika 2.3: Opis tehnološkega postopka za čiščenje tipkovnice na papirju.

Prednosti uporabe papirja in pisala pred našim sistemom so, da pri delu izdelovalec ne potrebuje računalnika in cenovna ugodnost. V primerjavi z našim sistemom so slabosti te metode predvsem:

- omejitve glede velikosti prostora, namenjenega vsakemu koraku,
- problematično dopisovanje in urejanje obstoječih korakov,
- zahtevnejše arhiviranje od računalniških datotek,
- občutljivost papirja na fizične poškodbe (trganje, mečkanje, vnetljivost,...).

2.4.2 Pisarniški programi

Opis tehnološkega postopka lahko izdelamo v pisarniških programih, na primer Microsoft Word ali LibreOffice Writer.

Ta pristop reši nekatere slabosti uporabe papirja in pisala za sestavljanje opisa tehnološkega postopka. Korake lahko enostavno dodajamo in urejamo. Prav tako je možno dodajati slikovno gradivo. Pisarniški programi omogočajo izpis dokumenta na tiskalnik, če želimo imeti dokument natisnjen na papirju.

Kljub temu uporaba te metode, v primerjavi z našim sistemom, prinese nove slabosti:

- če imamo dokument shranjen na več mestih, moramo ob spremembah zagotoviti, da se posodobijo vsi hraničeni dokumenti.
- Slikovno gradivo je vezano na dokument. Če na novo zajamemo sliko, ki smo jo vstavili v dokument, jo moramo spremeniti tudi znotraj dokumenta.

V sklopu diplomske naloge smo napisali preprost opis tehnološkega postopka (slika 2.4) s programom LibreOffice Writer [8]. Dokument brez vsebine se lahko pri naslednjem opisu uporabi kot obrazec.

Opis tehnološkega postopka

Avtor: Anej Lekše

Datum: 12. 8. 2020

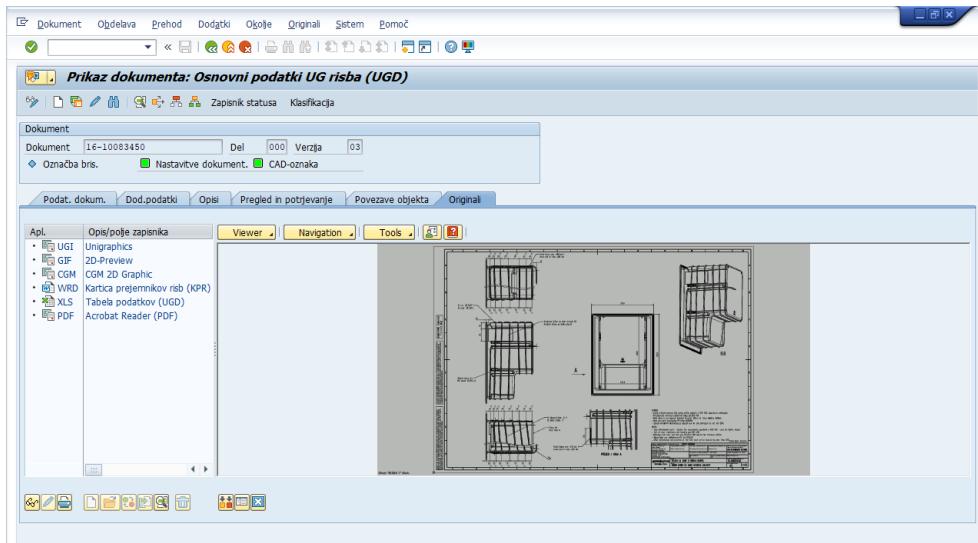
Naslov:	Čiščenje tipkovnice
Opis:	Čiščenje mehanske tipkovnice
Nevarnosti:	Ni nevarnosti

Korak	Opombe	Trajanje
Pripravi delovno mizo in tipkovnico		5 min
Odstrani pokrove tipk	Uporabi orodje, ki je bilo priloženo ob tipkovnici	10 min
Pokrove tipk namoči v milnico	Pusti v vodi vsaj 10 minut	10 min
Obriši pokrove tipk do suhega		30 min
Vstavi pokrove tipk na svoja mesta		8 min

Slika 2.4: Preprost opis tehnološkega postopka za čiščenje tipkovnice, napisan v pisarniškem programu.

2.4.3 Specializirani moduli za poslovne informacijske sisteme

Podjetja kot so npr. Hisense Gorenje Europe, za sestavljanje delavninskih dnevnikov uporabljajo specializirane module za lastne informacijske sisteme. Kot primer je prikazan korak opisa tehnološkega postopka v informacijskem sistemu SAP (na sliki 2.5).



Slika 2.5: Prikazan korak opisa tehnološkega postopka s programom SAP.

Do tega opisa tehnološkega postopka se lahko dostopa iz računalnikov na delovnih mestih, kjer se izvajajo koraki, opisani v dokumentu. Opis tehnološkega postopka v sistemu SAP sestavlja:

- podatki o izdelku,
- dodatne opombe,
- opisi korakov,
- definicija kontrolnih postopkov in pregleda,
- CAD izris izdelka.

Specializiran informacijski sistem, kot je SAP, je tesno povezan s proizvodno linijo in prilagodljiv za potrebe proizvodnega obrata, ki ga uporablja. Pri sistemu SAP se podatki hranijo na osrednjem strežniku, varnostna kopija pa se inkrementalno dela na geografsko ločen rezervni strežnik. Takšni sistemi predstavljajo, v primerjavi z našim, naslednje slabosti:

- predhodno zahtevanje dovršeno proizvodno infrastrukturo, ki jo sistem rabi za optimalen izkoristek in

- visoka cena, ki je potrebna za implementacijo takega sistema v proizvodno linijo.

Poglavlje 3

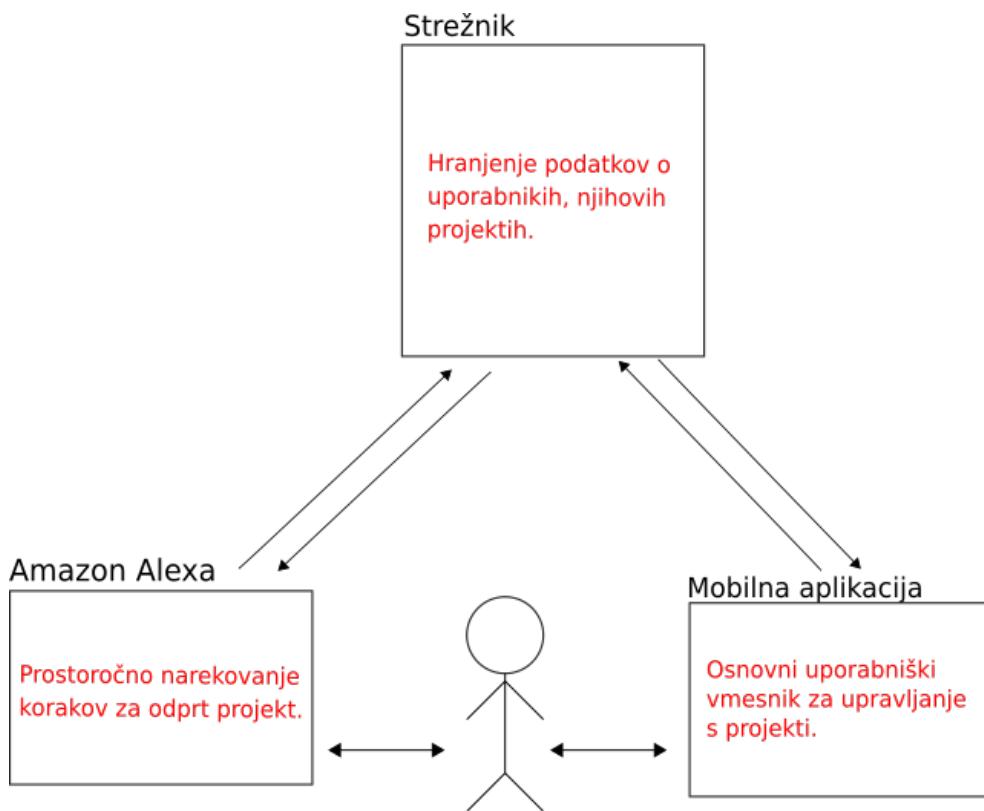
Načrtovanje in razvoj sistema

3.1 Definicija funkcionalnosti

Sistem, ki smo ga v sklopu diplomske naloge implementirali (na sliki 3.1), uporabniku omogoča vodenje svojih delavniških dnevnikov (v nadaljevanju imenovanih tudi *projektov*). Služil bo kot alternativa pisanku delavniških dnevnikov s pisarniškimi programi. Vsak projekt ima zbirko *korakov*. Korak opisuje posmezno dejavnost tehnološkega postopka, ki ga želimo zabeležiti z delavniškim dnevnikom.

Implementiran sistem sestavlja:

- mobilna aplikacija,
- glasovni pomočnik in
- strežnik.



Slika 3.1: Arhitektura sistema

Osnovni uporabniški vmesnik sistema je mobilna aplikacija. Preko nje se uporabnik v sistem prijavi s svojim uporabniškim računom, ustvarja in odpira svoje delavnische dnevnike.

Delavnische dnevnik oz. projekt sestavljajo naslov, opis dela, opis možnih nevarnosti in seznam korakov postopka.

V odprt projekt lahko uporabnik, enega za drugim, dodaja korake, ki opisujejo potek dela. Posamezen korak sestavlja naslov, opis in trajanje. Uporabnik lahko tudi posname slike in jih doda v odprt projekt kot korak. Vsi podatki, ki jih uporabnik vnese preko mobilne aplikacije in glasovnega pomočnika, se hranijo na strežniku.

Glasovnega pomočnika smo uporabili kot razširitev uporabniškega vmesnika, s katerim lahko uporabnik prostoročno dodaja korake v odprt projekt.

Z njim smo želeli doseči:

- prostoročno narekovnaje besedilnega koraka projekta,
- prostoročno odpiranje obrazca za dodajanje koraka v projekt in
- prostoročno odpiranje kamere na mobilni napravi.

Opredeljeno natančneje, sistem mora uporabniku omogočati ustvarjanje novega opisa tehnološkega postopka in odpiranje ter urejanje obstoječih opisov tehnološkega postopka.

Vsak ustvarjen opis tehnološkega postopka mora imeti naslov, opis dela, opis možnih nevarnosti pri delu in seznam korakov dela, ki ga sestavljajo.

Seznam korakov dela mora podpirati dodajanje novih korakov, spreminjaњe vsebine obstoječih korakov, brisanje obstoječih korakov in spreminjaњe vrstnega reda korakov.

Posamezen korak mora imeti naslov, opis dela in predvideno trajanje opisanega dela.

3.1.1 Izboljšave z glasovnim pomočnikom

Glasovni pomočnik v našem sistemu služi kot uporabniški vmesnik za prostoročno dodajanje korakov v odprt projekt. Komunikacija z glasovnim pomočnikom je smiseln način interakcije z računalniškim sistemom v situaciji, kjer uporabnik nima prostih rok ali je fizično oddaljen od naprave.

Osnovna funkcionalnost glasovnega pomočnika je prostoročno narekovanje besedila koraka v projektu. Implementirali smo tudi odpiranje obrazcev za dodajanje korakov v projekt in zagon kamere.

Glasovni pomočnik v našem sistemu ima naslednje vloge:

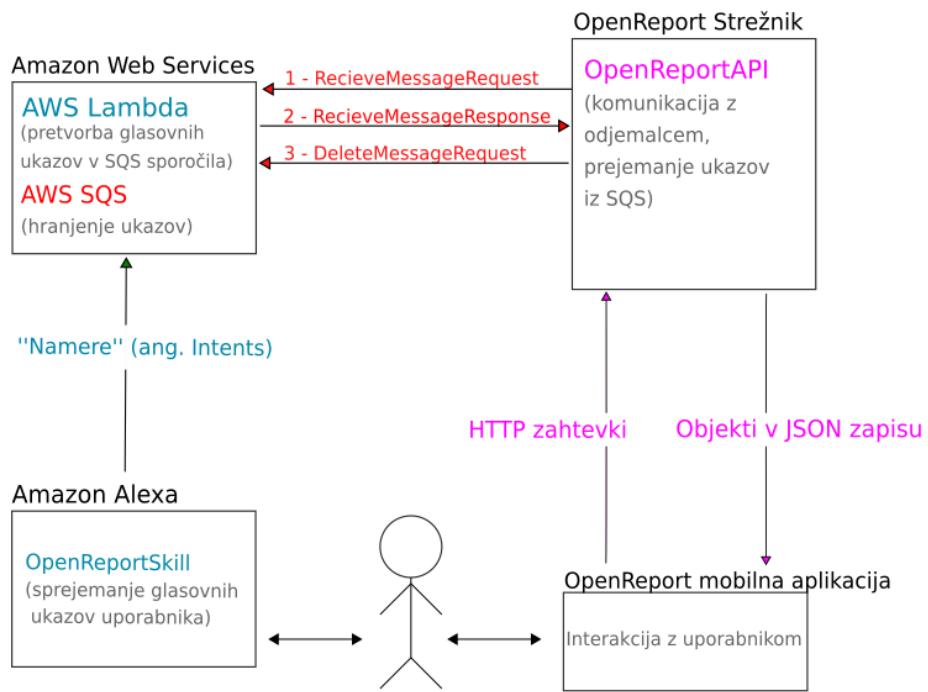
- za trenutno odprt opis tehnološkega postopka je z njim možno dodajati korake postopka,
- z njim je možno odpreti kamero ali obrazec za dodajanje koraka.

Raziskava iz leta 2018 [2] je pokazala izboljšano učinkovitost pri delu raziskovalcev v kemijskem laboratoriju, v katerega so integrirali glasovne pomočnike. Namen raziskave je bil preizkus praktične uporabnosti glasovnih pomočnikov za branje laboratorijskih postopkov in glasovno upravljanje laboratorijskih instrumentov. Pozitivni rezultati bi lahko bili ključnega pomena za slabovidne člane laboratorijev. Kot glasovnega pomočnika so uporabili Amazon Alexa. Prepoznavanje govora in ukazov je bilo konsistentno in hitro, ne glede na spol uporabnika. Motnje pri razpoznavanju je povzročal večinoma ozadni hrup. Povprečna uspešnost prepoznavane ukazov je bila 95%. Raziskovalci so zabeležili tudi problem moteče kakofonije v laboratoriju, v katerem je več raziskovalcev, ki uporabljajo glasovni nadzor naprav.

3.2 Načrt sistema za sestavljanje opisov tehnoloških postopkov

Implementirali smo arhitekturo, ki je predstavljena v poglavju 3.1. Sistem smo poimenovali OpenReport (na sliki 3.2), ki ga sestavlja:

- mobilna aplikacija,
- strežniški program in
- Amazon Alexa.



Slika 3.2: Visokonivojski načrt sistema

Strežnik v podatkovni bazi hrani uporabnike, opise tehnoloških postopkov in korake. Uporabnik lahko do podatkov dostopa preko mobilne aplikacije, ki s strežnikom komunicira preko API. Glasovnega pomočnika smo uporabili

kot dodatek k mobilni aplikaciji. Omogoča glasovno upravljanje aplikacije in narekovanje korakov.

Preko mobilne aplikacije uporabnik lahko:

- opravi registracijo in prijavo,
- ustvari nov delavniški dnevnik,
- odpre obstoječe delavniške dnevниke,
- ustvarja in ureja korake delavniškega dnevnika,
- zajema slike in jih vstavlja v delavniški dnevnik,
- briše korake delavniškega dnevnika,
- ureja vrstni red korakov delavniškega dnevnika.

Za glasovnega pomočnika Amazon Alexa smo razvili veščino, s katerim uporabnik lahko:

- v odprto poročilo vstavi dobesedno narekovan korak,
- odpre obrazec za dodajanje novega besedilnega koraka,
- odpre kamero in obrazec za dodajanje koraka s fotografijo.

3.3 Strežnik

Osrednja komponenta sistema OpenReport je strežnik. Zadolžen je za delo s podatki uporabnikov in delavniškimi dnevnicimi. Odjemalci, ki so nanj povezani, služijo zgolj kot „uporabniški vmesnik“ za zajem in prikaz podatkov na strežniku.

Operacije nad podatki, hranjenimi na strežniku, se sprožijo na strani odjemalca in izvedejo na strežniku.

Osnovne naloge strežnika so:

- Avtentikacija uporabnikov,
- avtorizacija uporabnikovih zahtev,
- komunikacija z glasovnim pomočnikom,
- hranjenje podatkov o uporabnikih in delavniških dnevnikih in
- ponujanje vmesnika, ki ga lahko odjemalci uporabijo za sprožanje operacij nad delavniškimi dnevniiki.

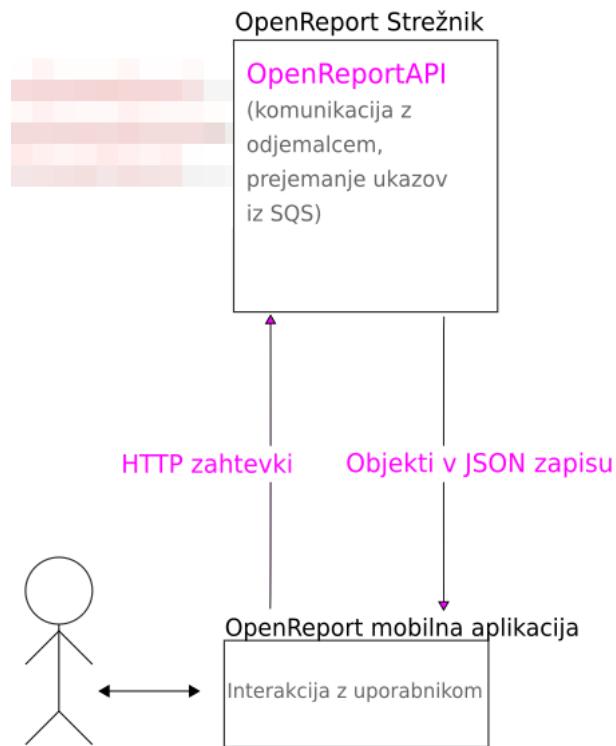
Podatke hranimo na strežniku, da lahko do podatkov dostopamo iz različnih naprav preko enotnega vmesnika. To nam omogoča enostavno dodajanje odjemalcev in odpravi podvajanje podatkov med napravami.

S strežnikom komunicirata mobilna aplikacija in glasovni pomočnik. Podatke hranimo v podatkovni bazi, ki jo streže SQL Server.

3.3.1 Komunikacija z odjemalci

Strežnik z odjemalci komunicira preko API zaradi enostavnosti implementacije in možnosti širjenja nabora odjemalcev v prihodnosti.

V našem primeru je bil osnovni odjemalec mobilna aplikacija. Odjemalec na definirane funkcijске URL-je (slika 3.5) strežnika pošlje HTTP zahtevke. Če so zahtevki pravilno oblikovani, strežnik izvede predvideno funkcijo in rezultat te funkcije pošlje kot HTTP odgovor nazaj odjemalcu. Komunikacija med strežnikom in odjemalcem je prikazana z roza barvo na sliki 3.3.



Slika 3.3: Komunikacija strežnika z odjemalcem

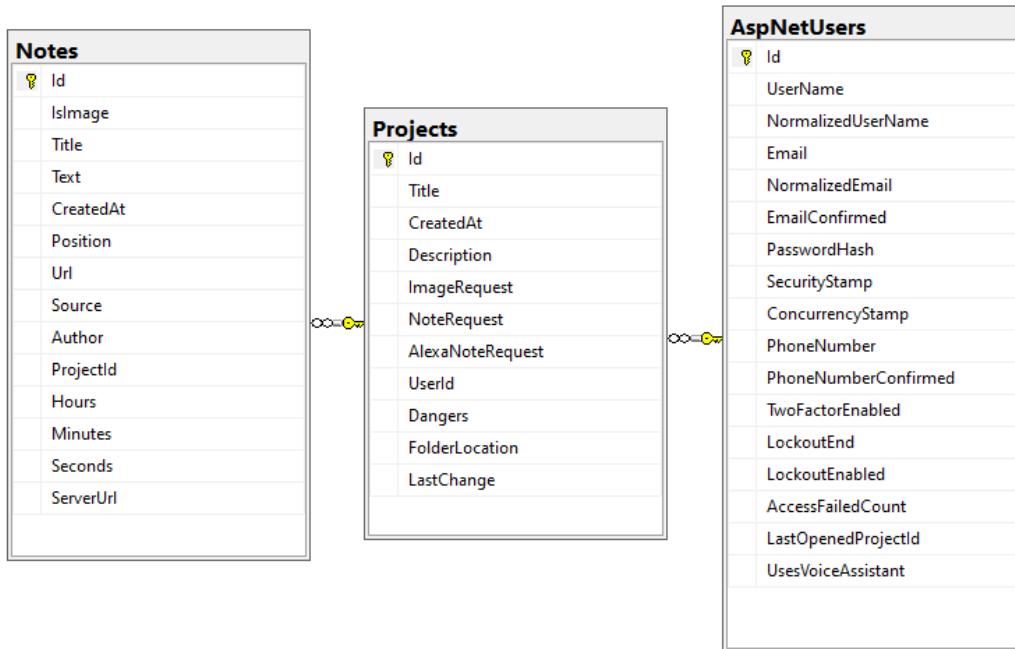
3.3.2 Podatkovni model

Podatke smo razdelili v tri entitete:

- uporabnik,
- delavniški dnevnik,
- korak delavniškega dnevnika.

Uporabnik lahko tako sestavlja svoje delavniške dnevниke, vsak delavniški dnevnik pa je sestavljen iz zbirke korakov.

Podatkovna baza hrani tabele „AspNetUsers“, „Projects“ in „Notes“ (slika 3.4). Vsak uporabnik lahko ima 0 ali mnogo delavniških dnevnikov (v nadaljevanju tudi projektov). Vsak projekt ima lahko 0 ali mnogo korakov.



Slika 3.4: ER model podatkovne baze

Uporabnik ima uporabniško ime, katerega uporabi za prijavo in geslo s katerim dokaže, da je to res on.

Vsak delavniški dnevnik ima naslov, opis in enolični identifikator uporabnika, ki si dnevnik lasti.

Vsak korak delavniškega dnevnika ima naslov, opis, podatke o trajanju in enolični identifikator projekta, ki si korak lasti.

3.3.3 Implementacija API

API je vmesnik za komunikacijo med odjemalcem in strežnikom (slika 3.5).

Ker lahko sistem uporablja več uporabnikov, smo implementirali sistema za avtentikacijo uporabnikov in avtorizacijo zahtev. Avtentikacija z uporabniškim imenom in gesлом omogoča preverjanje identitete. Ko se vzpostavi zaupanje, se prijavljenemu uporabniku dodeli avtorizacijski žeton.

Project		Users	
GET	/api/v1/projects	PUT	/api/v1/users/requestva
POST	/api/v1/projects	PUT	/api/v1/users/releaseva
GET	/api/v1/projects/{id}	POST	/api/v1/users/current
DELETE	/api/v1/projects/{id}	Connect	
GET	/api/v1/projects/{id}/notes	GET	/api/v1/connect
GET	/api/v1/projects/{id}/nonotes	Identity	
POST	/api/v1/projects/{id}/addnote	POST	/api/v1/identity/register
POST	/api/v1/projects/{id}/addimage	POST	/api/v1/identity/login
POST	/api/v1/projects/{id}/export/text		
POST	/api/v1/projects/{id}/export/html		
PUT	/api/v1/projects/last/closerequests		
PUT	/api/v1/projects/{pid}/update/{nid}		
PUT	/api/v1/projects/{pid}/{nid}/{positions}		
DELETE	/api/v1/projects/{pid}/delete/{nid}		

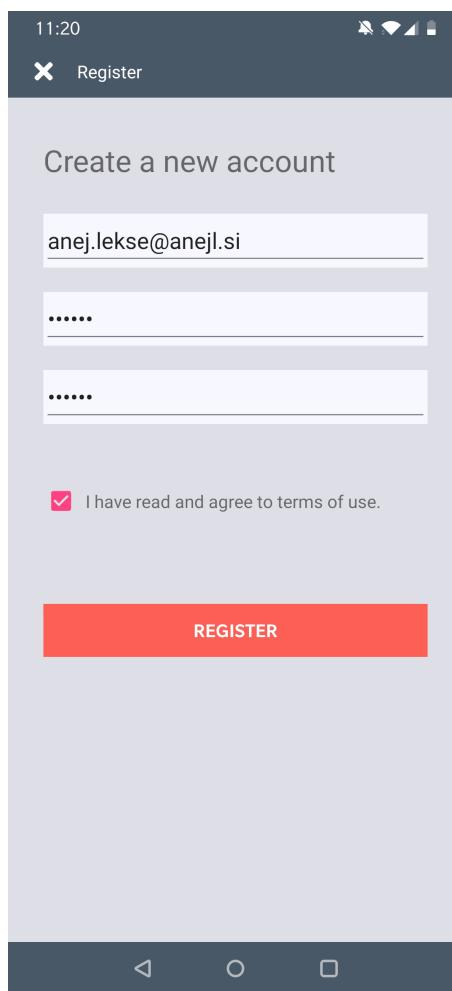
Slika 3.5: Seznam razvitih in dokumentiranih API funkcij

Registracija in prijava

Vse operacije nad uporabnikovimi delavniki morajo biti avtorizirane. Uporabnik mora za uporabo sistema imeti registriran uporabniški račun. Na ta račun so vezani vsi njegovi delavniki.

Uporabnik mora vzpostaviti zaupanje s strežnikom, da dobi avtorizacijski žeton. Zaupanje doseže s prijavo s pravilnim uporabniškim imenom in gesлом.

Če uporabnik računa nima, se mora registrirati (slika 3.6).



Slika 3.6: Registracijska stran v mobilni aplikaciji

Pri registraciji mobilna aplikacija na strežnik pošlje objekt razreda *RegisterUserRequest* na URL „/identity/-register“ preko metode POST. V objektu RegisterUserRequest se nahaja njegov e-mail naslov in geslo v čisti obliki.

```
RegisterUserRequest {  
    string Email;  
    string Password;  
}
```

Ko strežnik ta objekt prejme, ga pošlje v avtentikacijsko storitev. Ta storitev preveri, ali je to ime že bilo registrirano. Če je bilo, se zabeleži napaka in nadaljnja registracija se prekine. Če ta uporabnik ne obstaja, se ustvarin nov objekt razreda `User`. Polje `Password` se šifrira in se skupaj s poljem `Email` zapise v ta objekt. Objekt se nato zapise v podatkovno bazo v tabelo `Users`. Uporabnik pri registraciji dobi tudi svoj enoličen identifikator `UserID`.

Objekt `AuthFailedResponse` se vrne odjemalcu ob napaki med avtentikacijo. Vsebuje seznam vseh zabeleženih napak.

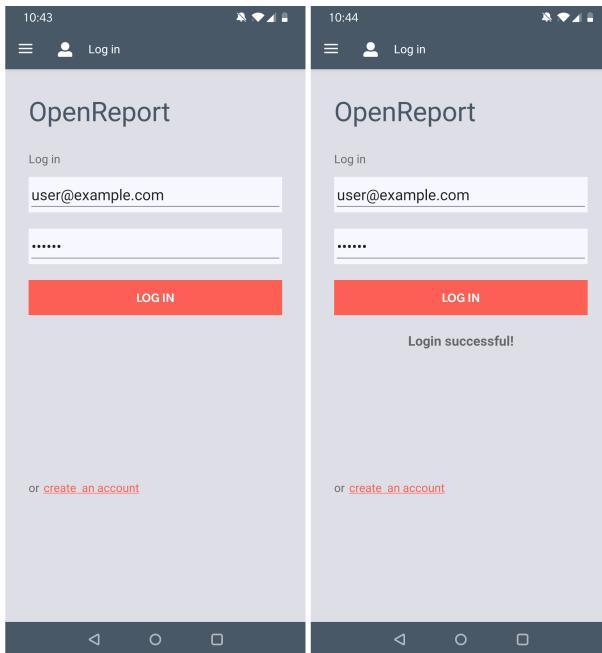
```
AuthFailedResponse {
    IEnumerable<string> Errors;
}
```

Objekt razreda `AuthSuccessResponse` se pošlje odjemalcu ob uspešni registraciji.

```
AuthSuccessResponse {
    string UserId;
    string Token;
}
```

V polje `Token` razreda `AuthSuccessResponse` se zapise avtorizacijski žeton. Žeton je tipa JWT ali *JSON Web Token* [17]. Sestavlja ga e-mail uporabnika, uporabnikov enolični identifikator `UserID`, čas zapada žetona in tip simetričnega kodiranja, uporabljenega za enkripcijo žetona.

Odjemalcu se pošlje objekt razreda `AuthSuccessResponse`. Odjemalec žeton iz prejetega objekta doda glavi vseh svojih nadaljnjih zahtevkov na strežnik. Strežnik ga uporabi pri poizvedbah po podatkovni bazi.



Slika 3.7: Prijavna stran pred poskusom prijave (levo), in po uspešnem poskuusu prijave (desno)

Prijava (na sliki 3.7) poteka podobno. Odjemalec mora na strežnik poslati objekt razreda *LoginUserRequest*. Ciljni URL za ta zahtevek je „/identity/login“. Objekt *LoginUserRequest* vsebuje e-mail naslov in geslo v čisti obliki.

```
LoginUserRequest {  
    string Email;  
    string Password;  
}
```

Strežnik prejme ta objekt in ga pošlje v avtentikacijsko storitev. Ta storitev preveri, ali uporabnik s tem e-mail naslovom že obstaja. Če uporabnik ne obstaja, ali pa je njegovo šifrirano geslo v podatkovni bazi drugačno kot to, kar je v polju *Password*, se zabeležijo napake in prijava se prekine. Odjemalec prejme objekt razreda *AuthFailedResponse*.

Če uporabnik obstaja in se njegovo šifrirano geslo iz polja `Password` ujema z geslom v podatkovni bazi, je avtentikacija uspešna. Odjemalec prejme objekt razreda `AuthFailedResponse`.

V primeru uspešne prijave se avtorizacijski žeton generira in pošlje enako kot pri registraciji.

Operacije z delavniškimi dnevnikimi

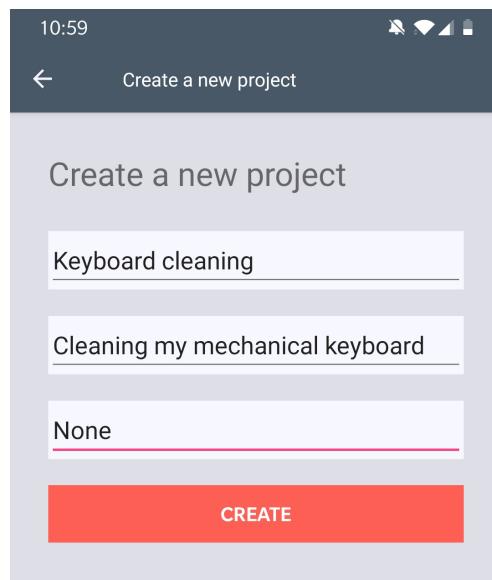
Strežnik omogoča dodajanje, odpiranje in brisanje delavniških dnevnikov prijavljenemu uporabniku. Pri dodajanju se v uporabnikovo zbirkovo doda nov prazen dnevnik z naslovom in opisom, ki ju vpiše uporabnik. Pri brisanju se morajo vsi podatki izbrisanega dnevnika odstraniti iz podatkovne baze. Ko uporabnik preko aplikacije odpre katerega od delavniških dnevnikov, mu strežnik vrne dnevnik in zbirkovo korakov, ki mu pripada.

Avtenticiran uporabnik lahko dostopa do svoje zbirke delavniških dnevnikov. Vsak uporabnik lahko ima nič ali več delavniških dnevnikov.

Ko uporabnik ustvarja nov delavniški dnevnik (slika 3.8)(v nadaljevanju poglavja *projekt*), mora v mobilni aplikaciji podati naslov, kratek opis projekta in opis možnih nevarnosti.

Te podatke odjemalec zapiše v objekt razreda `CreateProjectRequest`.

```
CreateProjectRequest {  
    string Title;  
    string Description;  
    string Dangers;  
}
```



Slika 3.8: Ustvarjanje novega projekta v aplikaciji.

Ta objekt aplikacija pošlje na URL `/projects/create` preko metode POST. Storitev za operacije nad projekti nato ustvari nov dnevnik s podatki iz prejete zahteve. Če je zahteva ustrezno oblikovana in avtorizirana, se projekt zapiše v podatkovno bazo. Odjemalcu se kot odgovor pošlje ustvarjen objekt tega projekta.

Razred Project izgleda tako:

```
Project {  
    int Id; // unikatni identifikator  
    string Title;  
    string Description;  
    string Dangers;  
    IEnumerable<Note> Notes; // seznam korakov  
    ...  
}
```

Uporabnik lahko dostopa do katerega koli svojega delavníškega dnevnika. Do njega dostopa tako, da pošlje avtoriziran GET zahtevek na URL

„/projects/{id}“. Polje {id} mora biti unikatni identifikator projekta.

Za izbris projekta mora uporabnik poslati DELETE zahtevo na URL „/projects/{id}“. Če zahteva ni avtorizirana z ustreznim žetonom, se projekt ne izbriše.

Operacije nad koraki delavnškega dnevnika

Korak delavnškega dnevnika opisuje eno od nalog v tehnološkem postopku, ki ga delavnški dnevnik opisuje. Vsak projekt ima lahko nič ali več korakov. Vsak korak ima naslov, opis in predvideno trajanje.

Sistem mora podpirati dodajanje korakov v delavnški dnevnik, brisanje spreminjanje vsebine posameznega koraka in spreminjanje vrstnega reda korakov v posameznem delavnškem dnevniku. Ker lahko delavnški dnevnik vsebuje tudi slikovno gradivo, smo korake ločili na dva tipa: slikovne in besedilne. Besedilni korak vsebuje naslov, besedilo in trajanje naloge, ki jo opisuje, slikovni pa ima poleg teh lastnosti še fotografijo.

Da uporabnik ustvari nov besedilni korak (na sliki 3.9 levo), mora v aplikaciji izpolniti obrazec za dodajanje koraka. Ta obrazec ima polja za naslov, besedilo in trajanje. Da uporabnik ta korak vnese, mora poslati objekt razreda Note, preko POST metode, na URL „/projects/{id}/addnote“. Polje {id} mora biti unikatni identifikator projekta, katermu želi dodati korak. Razred Note izgleda tako.

```
Note {  
    ...  
    string Title;  
    string Text;  
    int Hours;  
    int Minutes;  
    int Seconds;  
    ...  
}
```

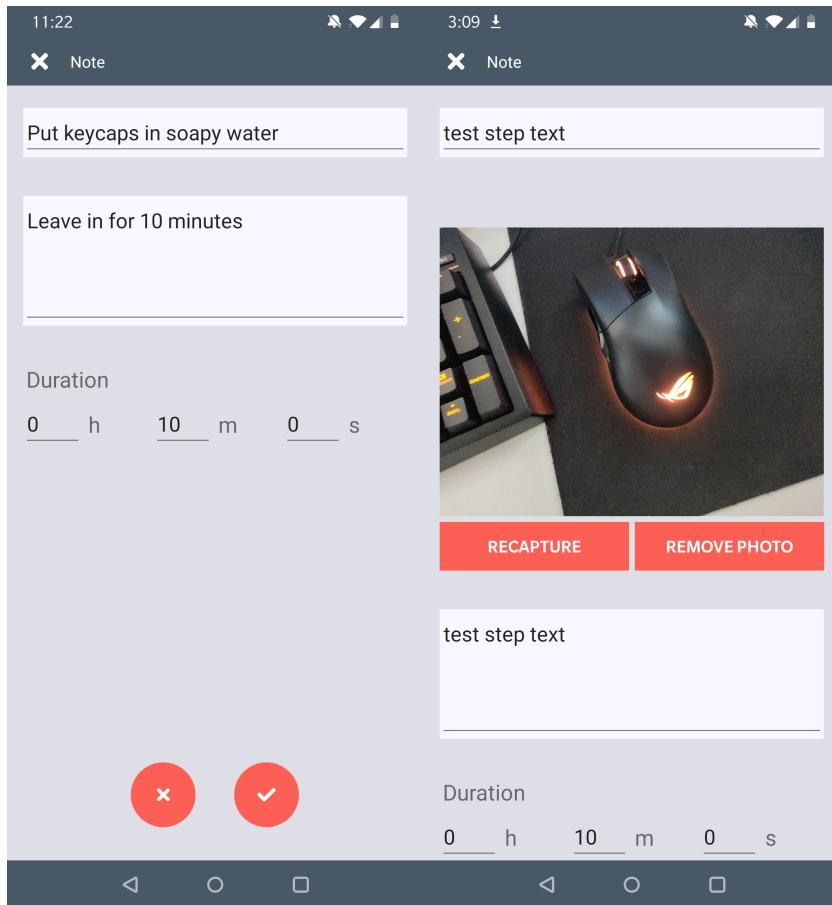
Naslov koraka se zapiše v polje Title, opis v polje Text, trajanje pa se zapiše v polja Hours, Minutes in Seconds.

Ko uporabnik pošlje objekt s podatki nas strežnik, strežnik najprej preveri, če je pošiljatelj poslal avtorizirano zahtevo. Iz avtorizacijskega žetona strežnik razbere uporabnikov UserID. Če je projekt z identifikatorjem {id} res v lasti uporabnika z identifikatorjem UserID, se korak doda v zbirkko korakov tega projekta.

Slikovni koraki (na sliki 3.9 desno) se v delavnški dnevnik dodajajo na podoben način. Uporabnik v mobilni aplikaciji odpre kamero in zajame fotografijo, ki se nanaša na korak, ki ga želi ustvariti. Ko jo zajame, se odpre obrazec za dodajanje naslova, opisa in trajanja koraka s fotografijo. Ko so podatki vnešeni, se slika zašifrira v znakovni niz po metodi Base64. Ostali podatki se zapišejo v objekt razreda Note.

Korak, zapisan v objekt razreda Note in v znakovni niz šifrirana slika se zapišeta v objekt razreda UploadImageRequest. Ta objekt se nato pošlje preko POST metode na URL „/projects/{id}/addimage“.

```
UploadImageRequest {
    Note note;
    string ImageString;
}
```



Slika 3.9: Dodajanje korakov v aplikaciji.

V tem razredu predstavlja polje `ImageString` pripadajočo fotografijo, po metodi Base64 šfirirano v znakovni niz.

Za hranjenje tekstovnih in slikovnih korakov smo zaradi preprostosti implementacije uporabili isti razred (`Note`). Tekstovni in slikovni korak se ločita v vrednosti boolean zastavice `IsImage`. Tekstovni korak ima to zastavico nastavljeno na vrednost `false`, slikovni pa `true`.

```
Note {
    bool IsImage;
    string Title;
    string Text;
```

```
int Hours;  
int Minutes;  
int Seconds;  
string Url; // Lokacija slike na odjemalcu  
string ServerUrl; // Lokacija slike na strežniku  
...  
}
```

Poljema `Url` in `ServerUrl` se dodeli vrednost samo pri slikovnih korakih. Ko se na odjemalcu zajame fotografija, odjemalec nastavi vrednost polja `Url` na lokacijo ustvarjene fotografije v datotečnem sistemu.

Polje `ServerUrl` se nastavi šele na strežniku. Ko strežnik prejme zahtevo za kreiranje slikovnega koraka, se korak `Note` prebere iz objekta `UploadImageRequest` in zapiše v podatkovno bazo. Nato se `ImageString` dekodira v slikovno datoteko in hrani na strežniku. Ko se fotografija uspešno zapiše v datotečni sistem, se v polje `ServerUrl` zapiše lokacija pravkar ustvarjene datoteke. Spremembe se hranijo v podatkovni bazi.

Urejanje in brisanje korakov v projektu

Uporabnik lahko korake, ki pripadajo njegovim delavnškim dnevnikom spreminja. Spreminja lahko njihovo vsebino, naslov in trajanje.

Po končanem urejanju besedilnih korakov, mora odjemalec poslati avtorizirano PUT zahtevo na URL „/projects/{pid}/update/{nid}“. Telo zahteve mora vsebovati objekt razreda `Note`, ki ga je uporabnik spremenil.

Pri spremjanju vsebine slikovnih korakov mora odjemalec poslati avtorizirano PUT zahtevo na naslov „/projects/{pid}/update/{nid}/image“. Telo te zahteve mora vsebovati objekt razreda `UploadImageRequest`. V objektu `UploadImageRequest` mora biti polje `Note` objekt, ki ga želimo posodobiti. Polje `ImageString` mora biti šifrirana slika, ki bo zamenjala prejšnjo sliko. Slika mora biti šifrirana po metodi Base64.

Pri izbrisu koraka iz projekta, mora uporabnik poslati avtorizirano zahtevo na URL „/projects/{pid}/delete/{nid}“. V tem primeru je polje

{pid} unikatni identifikator projekta, v katerem se nahaja korak, {nid} pa unikatni identifikator objekta Note, ki ga želimo izbrisati. V kolikor ima ta objekt Note postavljeno zastavico IsImage na true, se poleg zapisa v bazi izbriše tudi pripadajoča slikovna datoteka.

Spreminjanje vrstnega reda korakov v projektu

Uporabnik lahko korakom v svojih delavninskih spreminja vrstni red prikaza. Izbran korak lahko zamakne za poljubno število mest proti začetku ali koncu seznama. Položaj koraka Note v seznamu lahko razberemo iz atributa Position. Prvi korak ima Position 0, drugi 1, itd.

```
// TODO DODAJ SLIKO
```

```
Note {
    int Id;
    int Position;
    bool IsImage;
    string Title;
    string Text;
    int Hours;
    int Minutes;
    int Seconds;
    string Url;
    string ServerUrl;
}
```

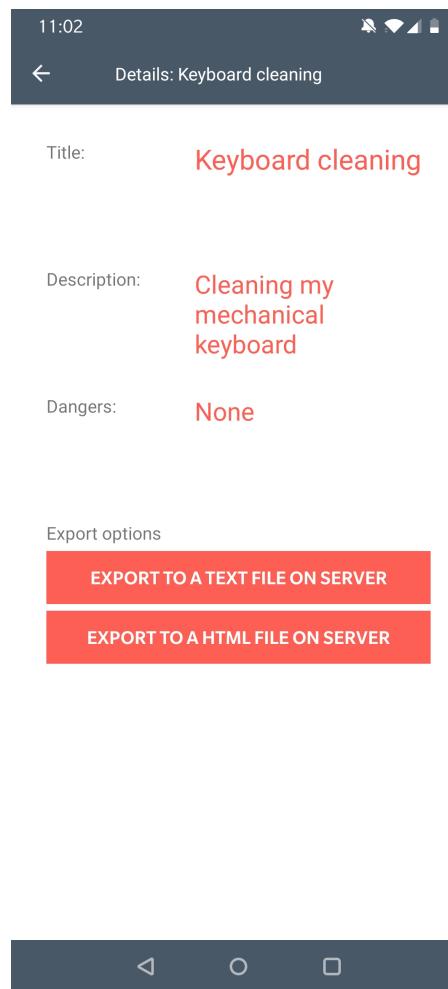
Pri dodajanju korakov v projekt se obstoječe korake projekta razvrsti po vrednosti polja Position. Najdemo največjo vrednost tega polja, ki se v seznamu pojavi in ji prištejemo 1. Nato to vrednost priredimo polju Position novo kreiranega koraka.

Ko uporabnik želi spremeniti pozicijo koraka v projektu, moramo poslati zahtevo PUT na URL „/projects/{pid}/{nid}/{positions}“.

Polje {pid} predstavlja unikatni identifikator projekta, v katerem se nahaja korak. Polje {nid} predstavlja unikatni identifikator koraka Note. Polje {positions} pa prestavlja število mest za kolikor ga želimo prestaviti. To število je lahko pozitivno ali negativno celo število. Negativna vrednost {positions} prestavi korak proti začetku seznama, pozitivna pa proti koncu.

Izvoz projektov

Sistem omogoča izvoz projektov v druge računalniške formate. Izvožene datoteke lahko služijo za pomoč pri prenosu zapisanih podatkov v druge računalniške sisteme ali varnostna kopija. Projekt lahko uporabnik izvozi v dva formata, v besedilno datoteko in HTML dokument (slika 3.10).



Slika 3.10: Stran za izvoz projektov v mobilni aplikaciji

V besedilno datoteko ga uporabnik izvozi, tako, da pošlje avtorizirano GET zahtevo na URL „/projects/{id}/export/text“. V HTML dokument ga uporabnik izvozi, tako, da pošlje avtorizirano GET zahtevo na URL „/projects/{id}/export/html“.

Pri izvozu v besedilno datoteko, storitev za upravljanje projektov na strežniku ustvari novo besedilno datoteko. Najprej vanjo vpše naslov in opis projekta ter možne nevarnosti pri delu. Nato uredi korake po vrednosti stolpca **Position** in besedila korakov eno za drugim zapiše v datoteko. Pri

slikovnih korakih se, poleg besedila, zapiše tudi lokacija pripadajoče fotografije.

Pri izvozu v HTML dokument (slika 3.11) se naslov projekta zapiše kot HTML naslov H1, opis projekta kot naslov H2, koraki pa kot HTML odstavki. V HTML dokumentu lahko prikažemo poleg besedila slikovnih korakov tudi slike.

The screenshot shows a web browser window with the following content:

Keyboard cleaning

Description
Cleaning my mechanical keyboard

Dangers
None

1. Prepare the table and tools
Est. duration: 0 h 0 min 0 seconds

2. Remove keycaps
Use the tool, provided with the keyboard
Est. duration: 0 h 10 min 0 seconds

3. Put keycaps in soapy water
Leave in for 10 minutes
Est. duration: 0 h 10 min 0 seconds

4. Wipe keycaps until they are dry
Est. duration: 0 h 20 min 0 seconds

5. Place keycaps in their places

Below the steps is a photograph of a black mechanical keyboard with its keycaps removed and placed on a light-colored surface. The text "Est. duration: 0 h 5 min 0 seconds" is displayed at the bottom of the image.

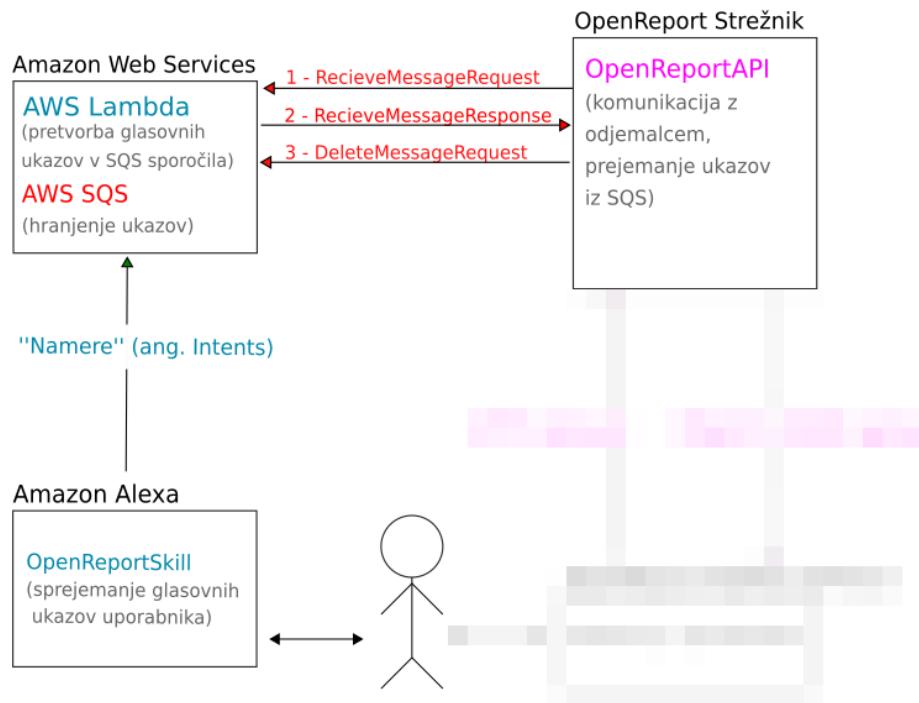
Slika 3.11: Projekt, izvožen v HTML dokument

Lokacija izvožene datoteke se nahaja v polju `FolderLocation` v razredu `Project`. Prizveta lokacija, ki se nastavi ob ustvarjanju projekta je „`C:/users/$USER/Public Documents/OpenReport`“.

```
Project {  
    int Id;  
    string Title;  
    string Description;  
    string Dangers;  
    string FolderLocation; // lokacija pripadajočih datotek  
    IEnumerable<Note> Notes;  
    ...  
}
```

3.3.4 Komunikacija strežnika z glasovnim pomočnikom

Da lahko strežnik obdela ukaze, ki jih je uporabnik izgovoril Amazon Alexi, jih mora odgovore glasovnega pomočnika najprej prejeti.



Slika 3.12: Komunikacija med strežnikom in glasovnim pomočnikom preko SQS

Strežnik z glasovnim pomočnikom Amazon Alexa komunicira (slika 3.12) preko storitve Simple Queue Service (SQS) iz sklopa storitev Amazon Web Services. To komunikacijo smo implementirali tako, da Amazon Alexa rezultate obdelanih glasovnih ukazov odloži v SQS vrsto, strežnik pa jih iz te vrste prebere.

SQS vrsta, tipa first-in-first-out [10], ki smo jo uporabili, je sklad tekstovnih sporočil. Nanjo lahko odlagamo nova sporočila ter beremo in brišemo obstoječa sporočila .

Glasovni pomočnik od uporabnika prejme izgovorjen glasovni ukaz. Na podlagi tega ukaza, glasovni pomočnik na SQS vrsto odloži tri različna besedilna sporočila:

- „addnote“;

- „**addimage**“,
- „**{narekovano besedilo}**“,

Strežnik periodično prejema sporočila iz SQS vrste. Ko sporočilo prejme, na podlgi njegove vsebine izvede eno od treh možnih funkcij.

- Sporočilo „**addnote**“ sporoči strežniku, naj na odjemalcu odpre obrazec za dodajanje besedilnega koraka.
- Sporočilo „**addimage**“ sporoči strežniku, naj na odjemalcu odpre kamerino in obrazec za dodajanje slikovnega koraka.
- Sporočilo „**{narekovano besedilo}**“ sporoči strežniku, naj vsebino tega sporočila doda odprtemu projektu kot tekstovni korak.

V sporočilu „**{narekovano besedilo}**“ se nahaja besedilo, ki ga je glasovni pomočnik razpoznał kot dobesedni narek koraka. Primer takšnega sporočila je „this is a literal dictation“ ali „prepare the table“.

Utemeljitev uporabe SQS

Prenos sporočil med Amazon Alexa in strežnikom smo realizirali z uporabo storitve AWS SQS. Pri uporabi SQS je prenos podatkov resda manj učinkovit kot pri direktni povezavi preko spletne vtičnice (*ang. Web Socket*).

Glavni faktor, zaradi katerega smo se odločili za uporabo AWS SQS, je, da z dodatno plastjo za hranjenje sporočil, dosežemo enostavno zamenljivost glasovnega pomočnika.

Pri morebitni menjavi glasovnega pomočnika, strežniškega programa ne bi spreminali. Potrebno bi bilo le implementirati program za novega glasovnega pomočnika, da na AWS SQS odlaga sporočila v strežniku razumljivem formatu („**addnote**“, „**addimage**“,...).

Zahtevanje in sprostitev glasovnega pomočnika

En OpenReport strežnik podpira delo z enim samim glasovnim pomočnikom. Tega pomočnika lahko uporabnik „zahteva“ za lastno uporabo in ga po uporabi „sprosti“. Ko se uporabnikova zahteva potrdi, lahko glasovnega pomočnika uporablja pri sestavljanju delavnškega dnevnika. Po končani uporabi lahko uporabnik glasovnega pomočnika sprosti, kar omogoči drugim uporabnikom, da ga lahko zahtevajo za svoje delo.

Če ima določen uporabnik nase vezanega pomočnika, vidimo po vrednosti zastavice `UsesVoiceAssistant`. Ta se nahaja v uporabnikovem objektu razreda `User`. Uporabnik pomočnika uporablja, če je zastavica nastavljena na `True`.

Ko uporabnik odpre katerega od svojih projektov, se identifikator tega projekta nastavi v polje `LastOpenedProjectId` v njegovem objektu razreda `User`.

Zahlevki, ki jih strežniku pošlje Alexa preko SQS vrste, se navezujejo na projekt s tem identifikatorjem.

```
User : IdentityUser {  
    string Id;  
    string Email;  
    string Password;  
    IEnumerable<Project> Projects;  
    ...  
    int LastUsedProjectId;  
    bool UsesVoiceAssistant;  
}
```

Delovanje

Komunikacija med strežnikom in glasovnim pomočnikom je prikazana z rdečo barvo na spodnji sliki (slika 3.13).



Slika 3.13: Komunikacija med strežnikom in SQS

Na strežniku OpenReport teče storitev za komunikacijo z glasovnim pomočnikom. Ta storitev vsakih pet sekund na SQS pošlje zahtevek `RecieveMessageRequest`.

```
RecieveMessageRequest {
    AttributeName
    MaxNumberOfMessages
    QueueUrl
    WaitTimeSeconds
    ...
}
```

AWS SQS kot odgovor vrne objekt tipa `RecieveMessageResponse`.

```
RecieveMessageResponse {
    IEnumerable<Message> Messages;
    ...
}
```

V tem odgovoru se nahaja seznam sporočil, ki čakajo na sprejem iz SQS vrste. V kolikor je v odgovoru vsaj eno sporočilo, pregledamo telo vseh sporočil.

Ko strežnik sporočila sprejme, jih mora izbrisati iz SQS vrste. Če jih sproti ne izbriše, iz FIFO vrste ne more brati najnovejših sporočil, ampak le 5 najstarejših.

Sporočila izbriše iz SQS vrste z zahtevkom `DeleteMessageRequest`. Ta zahtevek hrani referenco na sporočilo, ki ga želimo izbrisati iz SQS vrste. AWS SQS storitev v odgovor vrne `DeleteMessageResponse`, a v tej diplomski nalogi tega odgovora ne uporabimo več.

Zahtevki, ki jih strežnik prejme od glasovnega pomočnika se odražajo na zadnjem projektu, ki ga uporabnik z glasovnim pomočnikom odpre.

- Zahtevek „`addnote`“ nastavi zastavico „`NoteRequest`“ na `true`,
- zahtevek „`addimage`“ nastavi zastavico „`ImageRequest`“ na `true`,
- zahtevek „`{narekovano besedilo}`“ nastavi zastavico „`AlexaNoteRequest`“ na `true` in prejeto besedilo doda projektu kot korak.

```
Project {
    int Id;
    string Title;
    string Description;
    string Dangers;
    string FolderLocation;
    IEnumerable<Note> Notes;
    bool NoteRequest;
    bool ImageRequest;
    bool AlexaNoteRequest;
}
```

Če je vsebina prejetega sporočila enaka `addnote`, storitev preveri, kateri uporabnik ima trenutno nase vezanega glasovnega pomočnika. Nato v projektu, ki ga je nazadnje odprl, nastavi vrednost zastavice `NoteRequest` na `true`.

Če je vsebina enaka „`addimage`“, storitev preveri, kateri uporabnik ima trenutno nase vezanega glasovnega pomočnika. Nato v projektu, ki ga je nazadnje odprl, nastavi vrednost zastavice `ImageRequest` na `true`.

Če vsebina prejetega sporočila ni enaka „`addimage`“ ali „`addnote`“, pomeni, da je prejeto sporočilo dobesedno narekovani korak. Kot prej, storitev preveri, kateri uporabnik ima nase vezanega glasovnega pomočnika. Nato v projektu, ki je nazadnje odprl, nastavi vrednost zastavice `AlexaNoteRequest` na `true`. Poleg tega ustvari nov objekt razreda `Note`, ki ima naslov „Voice note“, vsebina pa je telo prejetega sporočila. Nov objekt se nato vstavi v zadnji odprt projekt.

3.4 Implementacija Alexa veščine

„Skill“ ali veščina je program, ki glasovnemu pomočniku Amazon Alexa doda funkcionalnosti. Alexa in zasnovano veščino smo uporabili kot dodaten uporabniški vmesnik za upravljanje z mobilno aplikacijo.

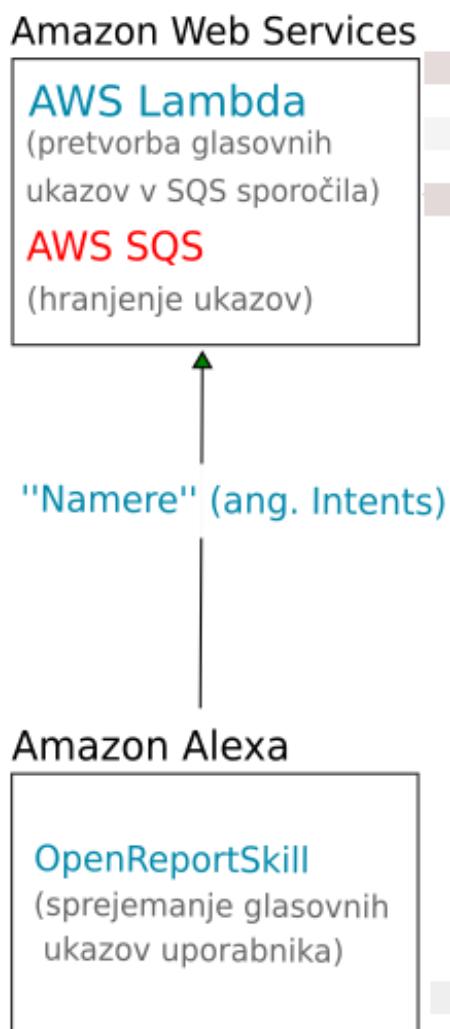
Z njim smo želeli doseči:

- prostoročno narekovanje besedilnega koraka,
- prostoročno odpiranje obrazca za dodajanje korakov v odprt projekt in
- prostoročno odpiranje kamere in dodajanje slikovnega koraka v projekt.

Ko Alexa prepozna poziv „*make a report note*“, se naša veščina začne izvajati.

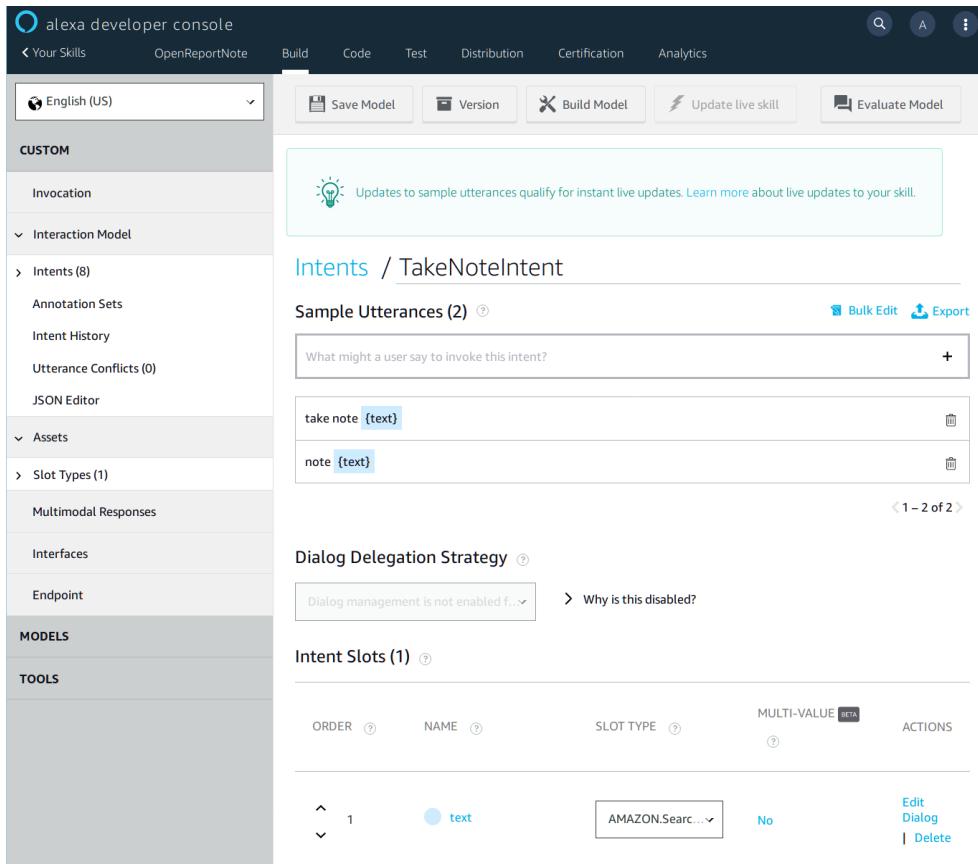
Vsak nadaljnji ukaz, ki ga uporabnik izreče, preden se veščina preneha izvajati, se primerja s frazami namer. Namere se uporabljo za zagon funkcij, ki smo jih implementirali v ozadni kodi veščine (slika 3.14). V naši veščini smo definirali tri glavne namere:

- `TakeNoteIntent`,
- `OpenTextNoteFormIntent`,
- `OpenImageNoteFormIntent`.



Slika 3.14: Načrt komunikacije Alexe, AWS Lambda in AWS SQS

`TakeNoteIntent` (slika 3.15) se zažene, ko po pozivu uporabnik izreče „Take note {besedilo}“ ali „Note {besedilo}“. Polje `{besedilo}` je besedilna spremenljivka, v katero večina hrani razpoznano besedilno vsebino koraka. V primeru, da uporabnik izreče „note unscrew the backplate“, je vrednost spremenljivke `{besedilo}` „unscrew the backplate“.



Slika 3.15: Fraza TakeNoteIntent v Alexa Developer nadzorni plošči

TakeNoteIntent v ozadni kodi veščine zažene funkcijo, ki ustvari novo SQS sporočilo. V telo tega sporočila funkcija vstavi vrednost spremenljivke `{besedilo}` in ga pošlje v SQS vrsto. To SQS sporočilo prebere strežnik in ga kot korak vstavi v odprt projekt. Veščina zatem vrne uporabniku odgovor „Noted!“ in se preneha izvajati.

OpenTextNoteFormIntent se zažene, ko po pozivu uporabnik izreče „Create a text note“.

OpenTextNoteFormIntent v ozadni kodi veščine zažene funkcijo, ki ustvari novo SQS sporočilo. V telo tega sporočila funkcija vstavi besedilo „addnote“ in ga pošlje v SQS vrsto. To SQS sporočilo prebere strežnik in mobilni aplikaciji sporoči, naj odpre obrazec za dodajanje novega besedilnega koraka.

Veščina zatem vrne uporabniku odgovor „Opening the form!“ in se preneha izvajati.

Intents / OpenTextNoteFormIntent

Sample Utterances (2) ⓘ

What might a user say to invoke this intent?

create a text note

add a text note

Slika 3.16: Fraza OpenTextNoteFormIntent v Alexa Developer nadzorni plošči

`OpenImageNoteFormIntent` se zažene, ko po pozivu uporabnik izreče „Take a picture“.

Ta namera v krajišču veščine zažene funkcijo, ki ustvari novo SQS sporočilo. V telo tega sporočila funkcija vstavi besedilo „`addimage`“ in ga pošlje v SQS vrsto. To SQS sporočilo prebere strežnik in mobilni aplikaciji sporoči, naj odpre kamero. Veščina zatem vrne uporabniku odgovor „Launching camera!“ in se preneha izvajati.

Intents / OpenImageNoteFormIntent

Sample Utterances (1) ⓘ

What might a user say to invoke this intent?

take a picture

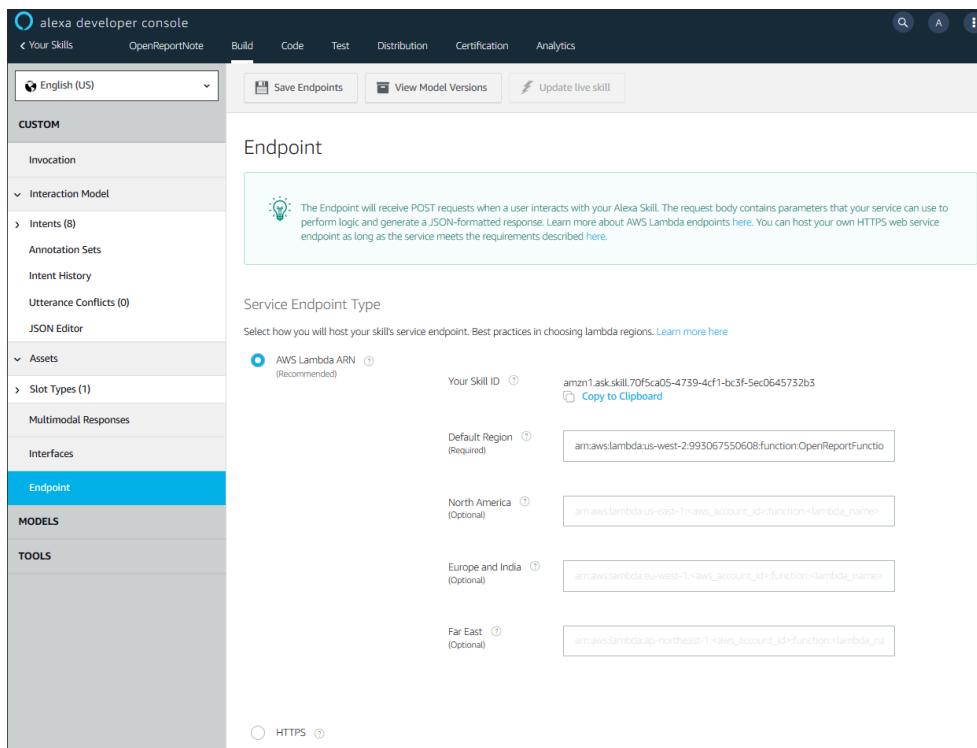
Slika 3.17: Fraza OpenImageNoteFormIntent v Alexa Developer nadzorni plošči

3.4.1 Izvajanje veščine po korakih

Alexina veščina se začne izvajati, ko uporabnik izreče poziv „Make a report note“. Alexa posnet govorni ukaz pošlje na Amazon Alexa Service [7]. Tam se s pomočjo NLU razpoznavnega modela poskusi pretvoriti v znakovni niz. Ta znakovni niz se primerja z vsemi definiranimi pozivnimi frazami za veščine, ki so vezane na naš Amazon račun.

Če Amazon Alexa Service uporabnikov glasovni ukaz razpozna kot „make a report note“, se začne izvajati OpenReportAlexaSkill. V krajišče veščine se pošlje zahteva tipa `LaunchRequest`.

Krajišče nastavimo v Alexa Developer nadzorni plošči (slika 3.18). Krajišče je lahko AWS Lambda funkcija, lahko pa je naš lasten strežnik, dostopen preko javne domene in zaščiten z SSL. Krajišče je v našem primeru gostovan na storitvi AWS Lambda. Ob prejetju `LaunchRequest` krajišče veščine vrne vprašanje What now?.



Slika 3.18: Krajišče OpenReportAlexaSkill-a v Alexa Developer nadzorni plošči

Naslednji glasovni ukaz, po zagonu veščine, se primerja s frazami za namere. Če se ukaz ujema z frazami, ki zaženejo katero od namer TakeNoteIntent, OpenTextNoteFormIntent ali OpenImageNoteFormIntent, se na krajišče pošlje zahteva tipa IntentRequest.

Iz prejetega IntentRequest-a nato dobimo ime namer. Na podlagi imena prejete namer ločimo, ali gre za TakeNoteIntent, OpenTextNoteFormIntent ali OpenImageNoteFormIntent in zaženemo funkcije, opisane v prejšnjem poglavju.

3.4.2 Ovire pri izdelavi Alexa veščine

Pri implementaciji veščine smo naleteli na največ težav v sklopu tega dela.

Prva je bila jezikovne narave, saj Alexa ne podpira prepoznavanja slovenskega jezika. Zato smo se odločili za uporabo angleškega jezika.

Naslednja težava je bila definicija pozivne fraze. Fraze, kot so „take a note“ ali „take a picture“ so že rezervirane v sklopu Alexinih privzetih funkcionalnosti. To pomeni, da jih za našo večino ne moremo uporabiti.

Izogibati smo se morali tudi frazam, ki so bile rezerviranim frazam podobne (npr. „open report note“ itd.). Tudi take fraze so se velikokrat razpoznale kot rezervirane fraze.

Težavo je predstavljala izbira poziva, ki je bil hkrati kratek, intuitiven in se ni napačno interpretiral v poziv privzetih funkcionalnosti. Poziv „make a report note“ je bila najboljši kompromis, ki smo ga našli.

Težavo je predstavljalo tudi razpoznavanje dolgih stavkov, še posebej, če se ti niso ujemali z definiranimi frazami namer. To je zelo omejilo možnost narekovanja besedila korakov s pomočjo Amazon Alexe.

Naslednjo težavo je predstavljal čas, ki ga je Alexa porabila za interpretacijo definiranih glasovnih ukazov. Za procesiranje glasovnih ukazov je porabila v povprečju od 3 do 6 sekund.

3.5 Implementacija mobilne aplikacije

Za osnovni uporabniški vmesnik našega sistema smo uporabili mobilno aplikacijo. Preko aplikacije se uporabnik lahko registrira in prijavi v sistem, dodaja, briše, odpira in izvaža svoje delavnische dnevnike. V delavnische dnevniike lahko dodaja korake, ki opisujejo delo, jih briše, spreminja vsebino ter ureja vrstni red.

Preko mobilne aplikacije lahko tudi zahteva in sprosti glasovnega pomočnika. Z mobilno napravo lahko zajema fotografije in jih v delavnische dnevniike dodal kot slikovno gradivo.

Mobilno aplikacijo smo uporabili kot primer odjemalca za naš strežnik (slika 3.3).

Do strežnika dostopa preko API vmesnika. Zahtevki se prenašajo preko

HTTP protokola.

Mobilno aplikacijo smo se odločili razviti s tehnologijo Xamarin. Razlogi za to so predvsem naše dobro poznavanje tehnologije in enostavna integracija z ostalimi tehnologijami iz .NET sklopa.

3.5.1 Pристоп

Pристоп razvoja aplikacije, ki smo ga uporabili za programiranje aplikacije, se imenuje „Model View View-Model“ (v nadaljevanju MVVM). Pri tem pristopu aplikacijo razdelimo na tri dele (slika 3.19).

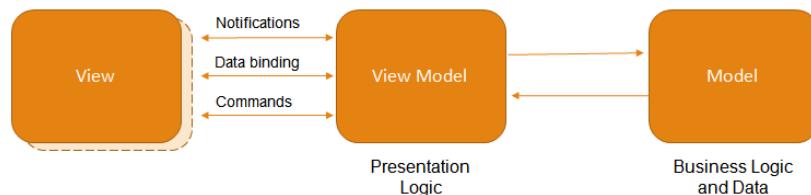
Model je del, kjer definiramo elemente naše podatkovne logike (opis tehnikoškega postopka, korak, uporabnik,...).

View je uporabniški vmesnik, ki ga vidi uporabnik.

ViewModel pa se uporablja, da se poveže funkcije uporabniškega vmesnika in modela (podatkovne logike) ter po potrebi preoblikuje podatke.

Rezultat upoštevanja tega pristopa je čista koda, ki nima prepleteneih elementov med ozadno kodo in uporabniškim vmesnikom. „Model“ vsebuje le abstrakcijo naših podatkov in podatkovno logiko. Ti podatki se v „ViewModel-u“ pretvorijo v obliko, ki bo prikazana uporabniku. „View“ pa nato servira pripravljene podatke uporabniku v obliki grafičnih elementov.

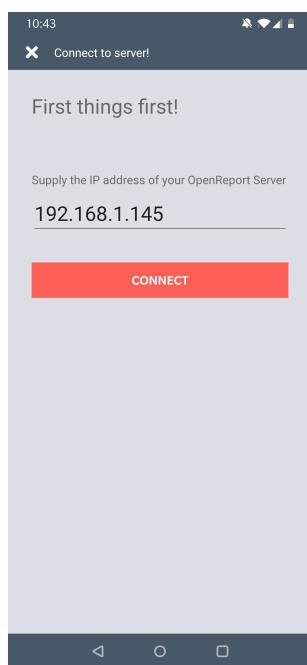
Na spodnji sliki lahko vidimo oris pristopa MVVM (slika 3.19).



Slika 3.19: Shema pristopa MVVM, (vir [11])

3.5.2 Povezava na strežnik, prijava in registracija uporabnika

Uporabnik se mora za uporabo sistema OpenReport najprej povezati na OpenReport strežnik. Ob zagonu mobilne aplikacije, uporabnika pričaka stran za povezavo na strežnik. V besedilno polje mora vpisati IP naslov strežnika. Ta naslov bomo v nadaljevanju podpoglavlja označevali z **naslovstrežnika**.



Slika 3.20: Povezavna stran

Za kreiranje in avtorizacijo HTTP zahtevkov v okviru aplikacije skrbi storitev za komunikacijo s strežnikom (razred `OpenReportServerCommunicationService.cs`). Storitev se registrira ob zagonu aplikacije po metodi Dependency Injection. Za to metodo registracije storitev smo se odločili, saj omogoča enostavno uporabo instanc registriranih storitev kjerkoli v aplikaciji.

Ko uporabnik pritisne na gumb „Connect“, se preveri, ali je naslov pravilno vnešen. Če je, storitev za komunikacijo s strežnikom pošlje neavtorizirani.

zirano GET zahtevo na „`naslovstrežnika/connect`“. Če je na tem naslovu res OpenReport strežnik, se kot odgovor odjemalcu pošlje boolean vrednost `true`.

Storitev za komunikacijo s strežnikom si nato hrani vrednost `naslovstrežnika` kot predpono vseh nadaljnjih zahtevkov.

Ob neuspešnem poskusu povezave, se uporabniku na strani prikaže opis napake. Če je poskus uspešen, se stran za povezavo na strežnik zapre.

Prikaže se stran za prijavo. Na tej strani uporabnik vpiše svoje uporabniško ime ali geslo, lahko pa odpre stran za registracijo računa.

3.5.3 Ustvarjanje, brisanje in odpiranje projektov

Po prijavi lahko uporabnik odpre stran s seznamom njegovih delavnih dnevnikov, imenovano Dashboard. Na tej strani se prikažejo:

- seznam vseh njegovih projektov,
- gumbi za izbris posameznega projekta,
- gumb za dodajanje novega projekta in
- gumb za zahtevanje in sprostitev glasovnega pomočnika.

Ustvarjanje novega projekta

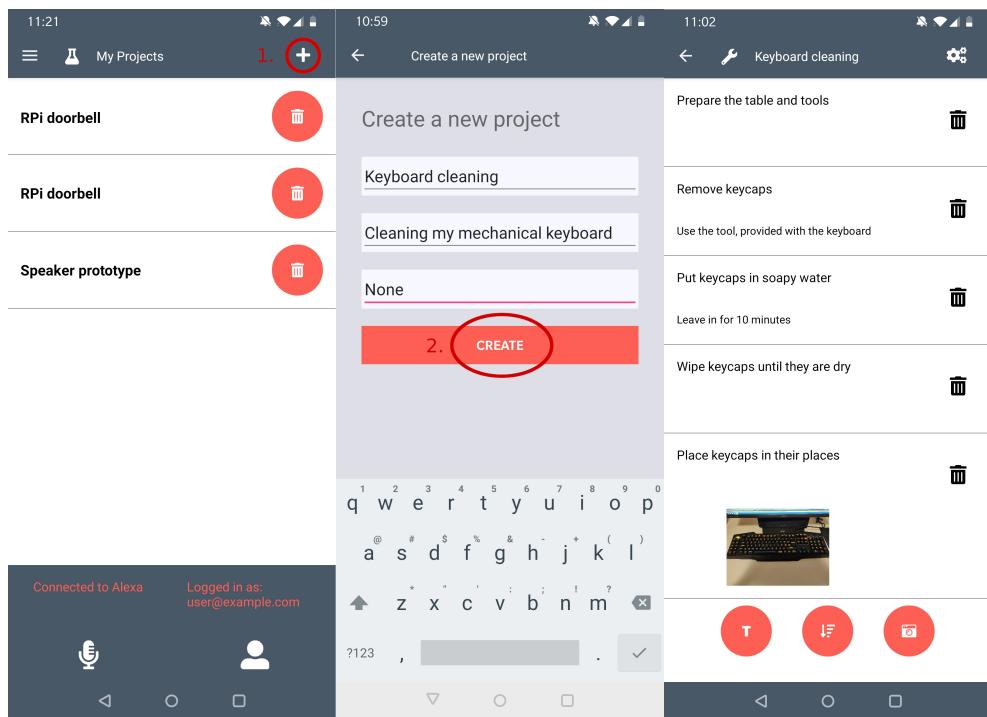
Za ustvarjanje novega delavninskega dnevnika (slika 3.21), mora uporabnik odpreti stran za dodajanje projektov. Na tej strani mora vpisati naslov projekta (`Title`), kratek opis (`Description` in našteti možne nevarnosti pri delu `Dangers`).

Te tri vrednosti se zapišejo v objekt razreda `CreateProjectRequest`.

```
CreateProjectRequest {  
    string Title;  
    string Description;  
    string Dangers;  
}
```

Ta objekt nato storitev za komunikacijo s strežnikom pošlje preko metode POST na URL „/projects/create“. Strežnik v odgovor vrne objekt razreda **Project**, ki ga je zahtevek ustvaril.

Nov projekt se nato prikaže v seznamu vseh uporabnikovih projektov na strani „My Projects“, kjer ga lahko uporabnik odpre ali izbriše.



Slika 3.21: Postopek ustvarjanja novega projekta po korakih.

Izbris projekta

Da uporabnik izbriše delavniški dnevnik, mora na strani „My projects“ ob želenjem projektu pritisniti gumb z ikono smetnjaka. Pritisak na ta gumb sporoči storitvi za komunikacijo s strežnikom, naj pošlje avtoriziran DELETE zahtevek na URL „/projects/{id}/delete“. Strežnik ob uspešnem izbrisu projekta odjemalcu vrne kopijo izbrisanega projekta.

3.5.4 Zahtevanje in sprostitev glasovnega pomočnika

Storitev za upravljanje z glasovnim pomočnikom (razred `VoiceAssistantService.cs`) skrbi za zahtevanje in sprostitev glasovnega pomočnika. Ta storitev se registrira ob začetku izvajanja aplikacije, nato pa počaka, da avtentikacijska storitev uspešno opravi prijavo uporabnika. Ob prijavi uporabnika preveri, ali ta uporablja glasovnega pomočnika. To doseže tako, da pošlje GET zahtevek na URL „/users/current“. Strežnik vrne objekt `User`, ki pripada prijavljenemu uporabniku. Storitev preveri vrednost boolean atributa `UsesVoiceAssistant`.

Če ima uporabnik vrednost polja `UsesVoiceAssistant` nastavljeno na `true`, lahko ima glasovnega pomočnika vezanega nase.

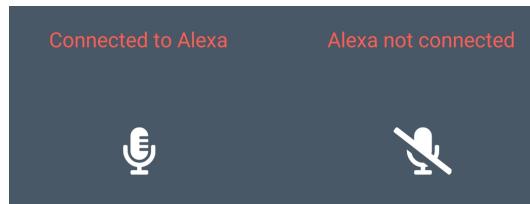
Če ima uporabnik vrednost polja `UsesVoiceAssistant` nastavljeno na `false`, mora uporabo glasovnega pomočnika zahtevati. To naredi tako, da pošlje avtoriziran PUT zahtevek na URL „/users/requestva“.

Če noben drug prijavljen uporabnik nima polja `UsesVoiceAssistant` nastavljenega na `true`, se njegova zahteva odobri. V njegovem objektu `User` se nastavi vrednost `UsesVoiceAssistant` na `true`.

Če ima kateri od uporabnikov to polje nastavljeno na `true`, zahteva ne bo odobrena. V tem primeru mora uporabnik, ki zahteva pomočnika počakati, da uporabnik, ki pomočnika uporablja, pomočnika sprosti. Ko si pomočnika ne lasti nobeden drug uporabnik, ga lahko veže nase.

Sprostitev pomočnika dosežemo, da uporabnik, ki pomočnika trentuno uporablja, pošlje avtoriziran PUT zahtevek na URL „/users/releaseva“.

V mobilni aplikaciji zahtevanje in sprostitev pomočnika nadziramo na „Dashboard“ strani, s pritiskom na ikono mikrofona (slika 3.22).



Slika 3.22: Gumb v obeh stanjih

3.5.5 Odpiranje in sinhronizacija projekta

Ko uporabnik iz seznama delavniških dnevnikov izbere projekt, ki ga želi odpreti, storitev za komunikacijo s strežnikom pošlje na URL „/projects/{id}-/notes“ zahtevek GET. Polje {id} je unikatni identifikator želenega projekta.

Storitev za projekte (razred `ProjectService.cs`) nato prejet odgovor, razreda `Project`, hrani. Vse korake, ki pripadajo temu projektu, se hrani v seznam tipa `ObservableCollection`. Ta tip seznama smo izbrali, saj je v ogrodju Xamarin nad njim najlažje opravljati zamenjevalne operacije. Seznam se nato prikažem na strani za upravljanje s projektom.

Storitev nato začne s periodično sinhronizacijo projekta. Storitev za projekte na URL „/projects/{id}/nonotes“ pošlje avtoriziran GET zahtevek. Strežnik vrne objekt razreda `Project` s praznim seznamom korakov. Vse, kar storitev za projekte pri sinhronizaciji gleda, je vrednost zastavic `NoteRequest`, `ImageRequest` in `AlexaNoteRequest`.

Na `true` nastavljena zastavica `NoteRequest` odpre obrazec za dodajanje novega besedilnega koraka v projekt.

Na `true` nastavljena zastavica `ImageRequest` odpre obrazec za dodajanje nove fotografije v projekt.

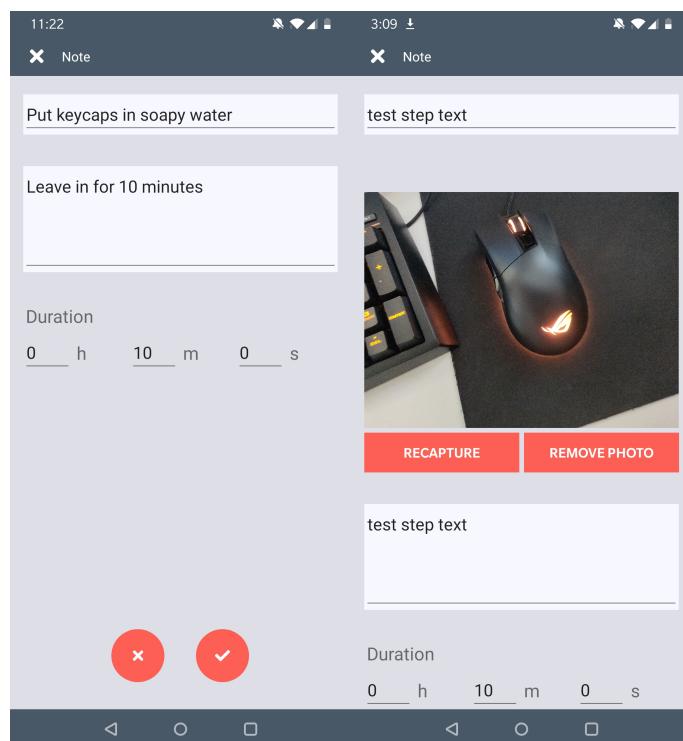
Na `true` nastavljena zastavica `AlexaNoteRequest` storitvi za projekte sporoči, naj pošlje GET zahtevek na URL „/projects/{id}/notes“. Polje {id} mora biti unikatni identifikator odprtega projekta. V odgovor prejme objekt razreda `Project`, vključno s seznamom vseh korakov, ki mu pripadajo.

V prejetem seznamu je namreč tudi narekovan korak. Storitev za projekte primerja, katerega od korakov še nima v svoji zbirki. Ko ta korak najde, ga doda v seznam korakov.

Ko se projekt sinhronizira, storitev za projekte pošlje na strežnik PUT zahtevo na URL „/project/last/closerequests“. Ta zahteva nastavi vrednost zastavic NoteRequest, ImageRequest in AlexaNoteRequest na false.

3.5.6 Dodajanje in brisanje zapiskov

Ko ima uporabnik projekt odprt, lahko vanj dodaja korake, jih briše, ureja in jim spreminja vrstni red. Doda lahko tekstovni korak ali korak s fotografijo.



Slika 3.23: Stran za dodajanje in urejanje korakov

Pri dodajanju besedilnega koraka mora uporabnik v vnosnem obrazcu (slika 3.23) podati naslov koraka (Title), opis koraka (Text) ter trajanje v

urah, minutah in sekundah. Ti podatki se nato hranijo v objektu razreda **Note**. Ta objekt storitev za projekte vključi v objekt razreda **AddNoteRequest** in ga pošlje storitvi za komunikacijo s strežnikom.

```
AddNoteRequest {
    Note note;
}
```

Storitev za komunikacijo s strežnikom pošlje ta objekt na strežnik. Pošlje ga na URL „/projects/{id}/addnote“ preko metode POST. Polje {id} mora biti unikatni identifikator projekta, v katerega želimo korak vstaviti. Če je vstavljanje v projekt uspešno, strežnik odjemalcu pošlje v odgovor kopijo dodanega objekta **Note**.

Storitev za projekte nato ta korak doda svoji zbirki korakov.

Pri vstavljanju slikovnih korakov je postopek vstavljanja podoben. Uporabnik odpre stran za dodajanje slikovnega koraka in se zažene privzeta aplikacija za kamero. Fotografijo posname in ta se prikaže na strani z vnosnim obrazcem (slika 3.23). Slika se na mobilni napravi hrani v mapi „Pictures/{naslov projekta}“, v uporabnikovem domačem direktoriju. Uporabnik ima na vnosnem obrazcu možnost slike ponovno posneti ali jo odstraniti.

Uporabnik mora v vnosnem obrazcu podati naslov koraka (**Title**), opis koraka (**Text**) ter trajanje v urah, minutah in sekundah.

Uporabnik mora nato pritisniti gumb za vstavljanje slikovnega koraka v projekt. Storitev za upravljanje s projektom fotografijo zakodira v znakovni niz po metodi Base64. Storitev za komunikacijo s strežnikom zakodirano fotografijo in novo ustvarjen objekt razreda **Note** vključi v objekt tipa **UploadImageRequest**.

```
UploadImageRequest {
    Note note;
    string ImageString;
}
```

Novo nastali zahtevek `UploadImageRequest` se nato avtorizira z JWT avtorizacijskim žetonom in pošlje na URL „/projects/{id}/addimage“. Polje `{id}` mora biti unikatni identifikator projekta, v katerega želimo korak vstaviti. Če je vstavljanje v projekt uspešno, strežnik odjemalcu pošlje v odgovor kopijo pravkar vstavljenega objekta `Note`.

Uporaba kamere v Xamarin

Za uporabo kamere v ogrodju Xamarin smo uporabili vtičnik `Xam.Plugin.Media` [15]. Vtičnik je licensiran pod MIT licenco.

Zanj smo se odločili, saj podpira zajem fotografij s privzeto aplikacijo za zajemanje fotografij. Izbiramo lahko tudi kvaliteto zajete fotografije.

Pri zajemu slike najprej preverimo, ali imamo zadostne pravice. Imeti moramo pravice za dostop do shrambe, dostop do fotografij in dostop do kamere.

Fotografijo nato zajamememo z metodo `TakePictureAsync`. Kreirano fotografijo nato preberemo in znotraj aplikacije hranimo v objektu razreda `ImageSource`. Fotografijo v tej obliki lako prikažemo v XAML z grafičnim elementom `Image`. Lahko jo tudi zakodiramo v znakovni niz in pošljemo na strežnik.

3.6 Ovrednotenje funkcionalnosti

Sistem OpenReport smo po končani implementaciji testirali. Mobila aplikacija in strežnik sta izpolnila pričakovanja.

Z mobilno aplikacijo se je bilo možno povezati na strežnik. Registracija in prijava v sistem preko mobilne aplikacije nista povzročala težav. Brez težav je delovalo tudi zahtevanje in sprostitev glasovnega pomočnika Amazon Alexe na strani Dashboard.

Delavniške dnevниke je bilo brez težav možno dodajati, odpirati in brisati.

Možnost dodajanja besedilnih korakov v delavniški dnevnik se je izkazala za smiselno za manjše opombe. Možnost dodajanja slikovnih korakov v

delavniški dnevnik pa se je izkazala za smiselno pri pomembnejših opornih točkah.

Naslove, trajanje in besedilo korakov delavniških dnevnikov smo naknadno spreminali brez težav. Urejanje vrstnega reda korakov je delovalo brez težav. Tudi brisanje korakov delavniškega dnevnika ni povzročalo težav.

Možnost izvoza delavniškega dnevnika v druge formate lahko olajša tudi prenos podatkov v druge računalniške programe.

Večino smo testirali tako, da smo vsako frazo namere izgovorili 20-krat in beležili, kolikokrat se je razpoznala pravilno. Pri dobesednem narekovovanju koraka smo testiranje opravili dvakrat. Prvič smo testirali s stavkom „*this is a voice note*“, drugič pa s stavkom „*backplate removal takes about three minutes*“.

- Alexa je ukaz „*take a picture*“ pravilno razpoznala v 18 od 20 testnih izgovorjav.
- Ukaz „*create a text note*“ je pravilno razpoznala v 17 od 20 testnih izgovorjav.
- Ukaz „*note this is a voice note*“ je pravilno razpoznala v 3 od 20 testnih izgovorjav.
- Ukaza „*note backplate removal takes about three minutes*“ ni pravilno razpoznala v nobeni od 20 testnih izgovorjav.

Pod pričakovnjeni se je izkazalo dobesedno narekovanje besedila glasovnemu pomočniku. Rezultati testiranja razpoznavanja glasovnih ukazov so nam pokazali, da v našem primeru, Alexa veliko bolje razpoznava fraze, ki se z definirano frazo namere v celoti ujemajo, kot tiste, ki nimajo velike stopnje ujemanja.

Dodajanje slikovnih in besedilnih korakov, s pomočjo glasovnega ukaza, se je izkazalo za delno uspešno. Za uporabno se je izkazalo predvsem, ko mobilnega telefona med delom nismo imeli na dosegu roke. Kljub temu je

problem prikazovalo dejstvo, da je izgovorjava poziva, fraz namer in čakanje na obdelavo zahtev, trajalo v povprečju 18 sekund.

Odklepanje mobilnega telefona, ki ga imamo v dosegu rok in ga lahko dosežemo brez presedanja ter odpiranje forme za dodajanje korakov je trajalo v povprečju 4 sekunde. Odklepanje mobilnega telefona, ki je oddaljen tri metre ter odpiranje forme za dodajanje korakov je trajalo povprečju 8 sekund.

Težavo trenutno predstavlja tudi uporabnikovo neznanje angleškega jezika.

Poglavlje 4

Zaključek

Sistem, razvit v sklopu diplomske naloge zajema funkcionalosti, ki uporabniku omogočajo sestavljanje delavniških dnevnikov. Sestavlja ga strežnik, mobilna aplikacija in glasovni pomočnik Amazon Alexa. Uporabnik lahko v delavniške dnevниke dodaja preproste tekstovne korake. Z uporabo mobilne aplikacije lahko zajame fotografije in jih v delavniški dnevnik vstavi kot slikovno gradivo.

Ta sistem je služil kot primer sistema, ki ga želimo izboljšati z uporabo glasovnega pomočnika. Naš namen je bil poenostaviti delo s sistemom, z uvedbo glasovnega pomočnika Amazon Alexe. Implementirali smo odpiranje kamere in obrazca za dodajanje korakov z glasovnim pomočnikom. Kljub uspešni implementaciji, je bil čas, potreben za izgovorjavo in obdelavo glasovnih ukazov, predolg, da bi poskus izboljšave bil popolnoma uspešen. Za neuspešno se je izkazalo glasovno narekovanje vsebine koraka delavniškega dnevnika. Z Amazon Alexo ni bilo mogoče razpozнатi daljših, variirajočih glasovnih ukazov.

V možne izboljšave sistema smo na prvo mesto uvrstili preizkus drugih glasovnih pomočnikov, npr. Google Assistant [6]. Druga smiselna izboljšava je izvoz delavniških dnevnikov v več različnih standardnih formatov, kot so npr. XSL ali ODS.

Mobilna aplikacija in strežniški program sta zadovoljila pričakovanja in

lahko že v trenutnem stanju služita kot referenca za primerjavo učinkovitosti Amazon Alexe in drugih glasovnih pomočnikov.

Kljub nekaterim težavam z uporabo glasovnega pomočnika, je očitno, da je tehnologija glasovnih pomočnikov zelo primeren način za nadzor sistemov na daljavo. Poleg tega ponuja veliko možnosti za slepe, slabovidne in gibalno omejene posameznike, ki imajo težave z interakcijo z računalnikom.

Literatura

- [1] *Amazon Alexa*. Dosegljivo: <https://www.amazon.com/b?ie=UTF8&node=17934671011>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [2] Jonas Austerjost, Marc Porr, Noah Riedel, Dominik Geier, Thomas Becker, Thomas Scheper, Daniel Marquard, Patrick Lindner in Sascha Beutel. „Introducing a virtual assistant to the lab: A voice user interface for the intuitive control of laboratory instruments“. V: *SLAS TECHNOLOGY: Translating Life Sciences Innovation* 23.5 (2018), str. 476–482.
- [3] *Funkcionalnosti .NET ogroda*. Dosegljivo: <https://dotnet.microsoft.com/learn/aspnet/what-is-aspnet>. [Dostopano: 18. 8. 2020].
- [4] *Funkcionalnosti AWS Lambda*. Dosegljivo: <https://aws.amazon.com/lambda/features/>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [5] *Funkcionalnosti AWS SQS*. Dosegljivo: <https://aws.amazon.com/sqs/features/>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [6] *Google Assistant*. Dosegljivo: <https://assistant.google.com/>. [Dostopano: 18. 8. 2020].
- [7] *Izvajanje Alexa „Skill-a“*. Dosegljivo: <https://www.youtube.com/watch?v=hbH6gZoKcbM>. [Dostopano: 30. 8. 2020].
- [8] *LibreOffice Writer*. Dosegljivo: <https://www.libreoffice.org/discover/writer/>. [Dostopano: 12. 8. 2020].

- [9] *Navodila za pisanje delavníškega dnevnika ŠCLJ.* Dosegljivo: https://www.lesarska.sclj.si/images/Pravilniki/NOZ_PRA.doc. [Dostopano: 28. 8. 2020].
- [10] *Podrobnosti SQS FIFO vrste.* Dosegljivo: <https://docs.aws.amazon.com/AWSSimpleQueueService/latest/SQSDeveloperGuide/FIFO-queues.html>. [Dostopano: 30. 8. 2020].
- [11] *Shema MVVM pristopa.* Dosegljivo: <https://docs.devexpress.com/WPF/images/winforms-mvvm-common-mvvm-scheme118014.png>. [Dostopano: 18. 8. 2020].
- [12] *Slika arhitekture Alexa „Skill-a“.* Dosegljivo: https://m.media-amazon.com/images/G/01/DeveloperBlogs/AmazonDeveloperBlogs/legacy/cloudformation_image12._CB520203781_.png. [Dostopano: 28. 8. 2020].
- [13] Gospodarska Zbornica Slovenije. *Delavníski dnevnik kot izobraževalni pripomoček pri vajenju.* Dosegljivo: https://www.gzs.si/Portals/203/Vsebine/novice-priponke/DNEVNIKzavajenistvo_2019_navodilazzgledom.pdf. [Dostopano: 3. 9. 2020].
- [14] *Uvod v Alexa "Skill-e".* Dosegljivo: <https://dotnet.microsoft.com/apps/xamarin>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [15] *Xam.Plugin.Media.* Dosegljivo: <https://github.com/jamesmontemagno/MediaPlugin>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [16] *Xamarin.* Dosegljivo: <https://dotnet.microsoft.com/apps/xamarin>. [Dostopano: 12. 8. 2020].
- [17] *Žetoni JWT kot sredstvo za avtorizacijo.* Dosegljivo: <https://jwt.io/introduction/>. [Dostopano: 28. 8. 2020].